

サシバとその生息地の保全に関する地域生態学的研究

**Conservation of the Gray-faced Buzzard *Butastur indicus* and its habitat
: a landscape ecological study**

2003. 3

東京大学大学院農学生命科学研究科

生産・環境生物学専攻

平成8年博士課程入学

東 淳樹

指導教官： 東京大学教授 武内和彦

サシバとその生息地の保全に関する地域生態学的研究

目 次

図表リスト	1
第 1 章 研究の背景と目的・方法	5
第 1 節 研究の目的	5
第 2 節 研究の背景と意義	7
2-1 二次的自然環境の保全の意義	7
(1) 二次的自然環境における生物多様性の現状	7
(2) 農村環境における生物多様性の維持機構	9
(3) 二次的自然環境の保全の意義	10
2-2 二次的自然環境としての谷津田のある里地	11
2-3 谷津田のある里地における指標種としてのサシバ	13
第 3 節 既往研究によるサシバの分布、生息環境、生態の概況	14
3-1 目的	14
3-2 分布	14
3-3 生息環境	15
3-4 食物動物と採食生態	18
第 4 節 研究の方法と構成	20
第 2 章 サシバの生息数変動と広域的にみた生息環境の特徴	26
第 1 節 日本におけるサシバの生息数変動	26
1-1 目的と分析データ	26
1-2 分析方法	27
1-3 結果	27

1-4 考察および小括	28
第2節 アンケート調査による繁殖地のサシバの生態と生息環境の把握	29
2-1 目的	29
2-2 調査方法	29
(1) アンケート票の設問の設定	29
(2) 被験者の選定とアンケートの実施	30
(3) 集計方法	30
(4) 分析方法	31
(5) 各論	31
2-3 結果	36
(1) アンケート調査票の回収状況	36
(2) 都道府県別に見た繁殖期の分布状況	36
(3) 生息数の増減が確認された観察地域数の割合	37
(4) 繁殖地の地形と標高	38
(5) 繁殖地の土地利用とその組み合わせ	39
(6) 繁殖地内の水田の形状と整備の状態	40
(7) 繁殖地内の谷津田の形状と耕作状況および谷津田周辺の林の状態	41
(8) 繁殖段階の時期と巣立ち雛数	42
(9) 営巣木の樹種と状態	43
(10) 営巣木の樹高・巣高・胸高直径および架巣タイプ	43
(11) 繁殖地の土地所有および保護区の指定状況	44
(12) 繁殖における開発の影響	45
(13) 繁殖失敗の有無とその理由	45
(14) 種間関係と思われる行動	45
(15) サシバが採食した動物と採食地点の土地利用	47
(16) サシバの生息確認地域数の増減に影響のある要因	48
2-4 考察および小括	50
(1) 都府県別に見た繁殖期の生息状況および生息数とその減少の理由	50
(2) 一般的生態と繁殖地の環境特性	51
(3) 保護上の問題点と課題	52

第 3 章	メソスケールから捉えた生息環境	54
第 1 節	調査対象地の自然的特性	54
第 2 節	千葉県印旛沼流域におけるサシバの生息分布と生息地における谷幅の特性	55
2-1	目的	55
2-2	調査方法	56
	(1) 生息分布確認調査および生息地点間距離分析	56
	(2) 生息地点における谷津田の谷幅の分析	57
2-3	結果	57
	(1) 生息分布および生息地点間距離	57
	(2) 生息と谷津田の谷幅との関係	59
2-4	考察および小括	60
第 3 節	千葉県手賀沼流域における生息地の土地環境条件	61
3-1	目的	61
3-2	調査方法	61
	(1) 調査対象地およびサシバの生息確認調査	61
	(2) 生息地の土地環境計測と分析方法	62
3-3	結果	64
	(1) 生息確認	64
	(2) 生息分布と生息地の土地環境との関係	64
3-4	考察および小括	69
第 4 節	行動追跡によるサシバの行動特性	70
4-1	目的	70
4-2	調査地および調査方法	71
	(1) 調査地	71
	(2) 調査方法	71
	(1) 1997 年終日追跡	76
	(2) 1997 年終日追跡および 1998 年断続的追跡	85
4-4	考察および小括	86
第 4 章	ミクروسケールから捉えた生息環境	92

第1節 採食地点の景観構成要素と植生密度	92
1-1 目的	92
1-2 調査地および調査方法	92
(1) 調査地	93
(2) 採食地点の景観構成要素調査	93
(3) 採食地点の植生密度調査	93
1-3 結果	94
(1) 採食地点の景観構成要素の季節変化	94
1-4 考察および小括	100
第2節 採食動物の季節変化	102
2-1 目的	102
2-2 調査地および方法	102
2-3 結果	103
2-4 考察および小括	103
第3節 食物動物の発生動態	105
3-1 目的	105
3-3 結果	106
3-4 考察および小括	108
第4節 谷津田のある里地の環境構造とカエル類の生息密度との関係	110
4-1 目的	110
4-2 調査方法	111
(1) 調査地	111
(2) 変態直後の成体の個体数調査	111
(3) 変態後2年以上の成体の個体数調査	113
(4) カエル類の生息密度と環境構造との関連性の分析	113
4-3 結果	113
(1) 変態直後の成体の生息密度と環境構造との関係	113
(2) 変態後2年以上の成体の生息密度と環境構造との関係	117
4-4 考察および小括	121

第5章	サシバ生息地の環境特性と生息地保全のための課題	124
第1節	サシバとその生息地の生態学的特性	124
1-1	地域生態学からみたサシバの生態と生息地の環境特性	124
1-2	谷津田のある里地を繁殖地として選好する生態学的要因	128
第2節	サシバとその生息地保全に向けての提言	132
2-1	サシバの繁殖地におけるマイクロハビタットの保全	132
2-2	サシバの生息を意図した保全指針	134
引用文献		137
摘要		149
SUMMARY		153
謝辞		159

図表リスト

- 図 1-1 サシバとサシバ属 3 種の生息分布図
- 図 1-2 本論文の構成
- 図 2-1 沖縄県宮古島におけるサシバの秋の渡りの観察数の年変動
- 図 2-2 アンケート調査および第 5 回自然環境保全基礎調査中間報告（環境庁，1999）による都道府県別に見たサシバの生息状況
- 図 2-3 アンケート調査によるサシバの繁殖地の階級別標高
- 図 2-4 アンケート調査によるサシバの繁殖地における観察地点から半径 500m 以内に含まれる土地利用の上位 5 位までに含まれる土地利用面積割合
- 図 2-5 アンケート調査によるサシバの繁殖地の保全状況と生息への影響との等質性分析結果
- 図 3-1 千葉県印旛沼流域鹿島川および手操川水系におけるサシバの生息地点
- 図 3-2 千葉県印旛沼流域鹿島川水系におけるサシバの生息確認地点間の最小距離の頻度分布
- 図 3-3 鹿島川流域の谷津田におけるサシバの生息地点の谷幅の頻度と出現特化度
- 図 3-4 サシバが生息する谷津田のある里地における各景観構成要素と計測した土地環境の模式図
- 図 3-5 千葉県手賀沼流域の調査地における谷津田と斜面林の配置
- 図 3-6 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における斜面林面積の比較
- 図 3-7 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における水田耕作面積の比較
- 図 3-8 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における非水田耕作面積の比較
- 図 3-9 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における谷津田と斜面林の隣接長の比較
- 図 3-10 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における谷津田周囲長の比較
- 図 3-11 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における谷津田面積に対する斜面林面積の比較
- 図 3-12 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における谷津田面積に対する水田耕作面積の比較
- 図 3-13 サシバの生息確認地点と生息未確認地点における谷津田面積に対する非水田耕作面積の比較
- 図 3-14 谷津田のある里地におけるサシバの代表的な採食行動の模式図

- 図 3-15 千葉県印旛沼流域鹿島川水系佐倉市 NY におけるサシバ繁殖オスの全調査期間におけるパーチの分布
- 図 3-16 サシバ繁殖オスのパーチにおける滞在時間の季節変化
- 図 3-17 サシバ繁殖オスの 1 日の 1 回あたりの飛行距離の中央値と総飛行距離の季節変化
- 図 3-18 サシバ繁殖オスの 1 回あたりの飛行距離のヒストグラム
- 図 3-19 サシバ繁殖オスの採食に成功した直前のパーチから巣までの給餌のために飛行した距離のヒストグラム
- 図 3-20 サシバ繁殖オスのパーチから巣までの距離のヒストグラム
- 図 3-21 サシバ繁殖オスのパーチの高さと捕食地点までの水平距離との関係
- 図 3-22 サシバ繁殖オスのパーチから巣までの距離とパーチでの滞在時間との関係
- 図 3-23 各調査地におけるパーチから林縁までの平均距離と林縁率
- 図 3-24 パーチから林縁までの距離と林縁率の季節変化
- 図 3-25 斜面林におけるパーチと林縁率のイメージ図
- 図 3-26 各調査地におけるパーチから林縁までの平均距離と林縁率
- 図 3-27 パーチから林縁までの距離と林縁率の季節変化
- 図 4-1 千葉県印旛沼手賀沼流域の谷津田のある里地におけるサシバの採食地点の景観構成要素の季節変化
- 図 4-2 サシバの採食地点およびコントロール地点の植被率と草丈の関係
- 図 4-3a, b, c 水田と畦と休耕田のコントロール地点における植被率と草丈の季節変化
- 図 4-3d, e 放棄田・土手のコントロール地点における植被率と草丈の季節変化
- 図 4-4a～e 谷津田の各景観構成要素のコントロール地点におけるサシバの「採食利用難易度指数」の季節変化
- 図 4-5 サシバの採食地点の植被率の季節変化
- 図 4-6 サシバの採食地点の草丈の季節変化
- 図 4-7 目視観察によるサシバの採食動物割合の季節変化
- 図 4-8 巣内のビデオカメラに撮影によるサシバの採食動物割合の季節変化
- 図 4-9 水田面におけるサシバの食物動物の生息密度の季節変化
- 図 4-10 斜面林におけるサシバの食物動物の生息密度の季節変化
- 図 4-11 水田面と斜面林におけるサシバの全食物動物の生息密度の季節変化

図 4-12	耕作状況が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-13	水田の暗渠排水施設の有無が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の生息密度
図 4-14	用水の取水方法が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-15	排水路の構造が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-16	畦の草丈が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-17	畦の植被率が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-18	水路の配置が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-19	畦の配置が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-20	農道整備が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-21	斜面の土地利用が異なる水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-22	サシバの繁殖地または非繁殖地の水田の畦の上にいたカエル 2 種の平均生息密度
図 4-23	圃場整備の進行程度によって分けられた 4 タイプの水田におけるカエル 2 種の平均生息密度
表 1-1	サシバの生息地要求を調べるための各スケールにおける地形単位の階層的配列と生息地の単位
表 2-1	アンケート調査による地方ごとのサシバの生息確認地域数の増減
表 2-2	アンケート調査によるサシバの繁殖地と全国の地形区分比との比較
表 2-3	アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる水田の大区画水田率.
表 2-4	アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる水田の圃場整備率と水路の整備率と全国比との比較
表 2-5	アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる谷津田の奥行きと幅のクロス表
表 2-6	アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる谷津田の耕作状況と林の状態のクロス集計
表 2-7	アンケート調査によるサシバの繁殖段階における各時期に占める有効回答数の割合 (%)
表 2-8	アンケート調査によるサシバの営巣木の生長量
表 2-9	アンケート調査によるサシバの繁殖地の土地所有と保護区の指定状況
表 2-10	アンケート調査によるサシバの繁殖地における繁殖に対する開発の影響
表 2-11	アンケート調査によるサシバの採食動物とその報告件数

表 2-12	アンケート調査によるサシバの採食地点の環境
表 2-13	アンケート調査によるサシバの繁殖地の保全状況と生息への影響についての等質性分析による固有値と判別測定値
表 2-14	アンケート調査によるサシバの繁殖地における生息確認地域数の増減と繁殖に対する開発の影響との関係
表 3-1	サシバの生息が確認された地点の各景観構成要素の土地環境計測値
表 3-2	サシバの生息が確認されなかった地点の各景観構成要素の土地環境計測値
表 3-3	千葉県佐倉市 NY における繁殖期のサシバ繁殖オスの活動データ
表 3-4	サシバ繁殖オスの 1 日の 1 回あたりの飛行距離と総飛行距離
表 4-1	数量化 I 類におけるカエル 2 種の生息密度に対する環境要因のカテゴリーウェイト
表 4-2	カエル 2 種の生息密度と関連のみられた環境要因とそのレンジ
表 4-3	圃場整備の有無による谷津田の構造と機能
表 4-4	カエル 2 種の個体数調査を行なった水田におけるサシバの繁殖の有無と水田の各構造に関するデータ
写真 3-1	サシバ用の捕獲わな
写真 3-2	小型送信機が装着されたサシバ
付表 1	サシバ生息概況調査票
付表 2	サシバ繁殖状況調査票

第1章 研究の背景と目的・方法

第1節 研究の目的

種を保全するためには、生息地をさまざまな空間スケールでとらえ、各スケールにおいて種の行動特性と環境要求性を明らかにすることが有効である。本研究で対象とするサシバは日本の里地や里山を代表する中型の猛禽類であるが、春から夏にかけて繁殖のために日本に渡ってくる多くの夏鳥と同様、近年生息数が減少しており、保全が必要である。本種は、極東の限られた地域で繁殖し、南西諸島、台湾、中国南部、東南アジア諸国で越冬することが知られている（中村・中村, 1995）。サシバ属には4種が含まれ、そのなかで繁殖地と越冬地間の長距離の渡りをするのは本種のみであり（del Hoyo *et al.* 1994, Kugai 1995）、日本が重要な繁殖拠点となっている。水田などの開けた環境に隣接した林のアカマツ *Pinus densiflora* やスギ *Cryptomeria japonica* などの大径木に営巣し、林縁の見晴らしの良い梢や枝先に止まって水田などの開けた環境で採食する（森岡ら, 1995）。

サシバが減少した（森下・樋口, 1999a, b; 樋口ら, 1999）主要な原因と考えられているのは、本種を含む多くの夏鳥の越冬地となっている東南アジアの熱帯林における生息地の破壊（Higuchi and Morishita, 1999）、および繁殖地である日本の里地自然の変容、すなわち二次的自然環境の生物多様性の低下であると考えられる。近年、里地自然を生活の場としてきたいわゆる「普通種」までもが絶滅危惧種に指定されるような現状がある。里地自然で生活する小型の哺乳類やヘビ・トカゲ類、カエル類、昆虫類の減少は、それらを食物とし、里地で繁殖する本種の生息数の減少につながる生態学的な悪影響をもたらしていると考えられる。

サシバの存在は、その地域における本種の食物、つまり多様な小動物の生存の証明でもある。したがって本種は、生物多様性の高い健全な里地生態系の指標となりうる。生物多様性は、それを構成する要素が多様であるばかりでなく、それらを結ぶ生物間相互作用のネットワークはさらに複雑に絡み合っている。したがって、ある程度地域を限ったとしてもその生態系の全容を科学的に把握することは事実上不可能に近い。そのため、科学的な保全目標やモニタリングには多くの場合何らかの指標は必要となる。特定の種に注目し、その種の存続のための条件を確保することで、同じような制約のもとにある多くの種の存続を保障することをねらう保全手法を「種アプローチ」という（鷲谷, 1999）。種アプローチにおける生物多様性保全の指針は、指標とした種を絶滅させないことであり、そのために指標とした種の存続のための条件をさまざまな生物学的階層から明らかにしていくことにある。そのため

には生態系全体を視野に入れ、物質や生物そしてエネルギーの分布によって決定されるランドスケープの構造とそれらの流れを介した空間要素の相互関係である機能、そしてその結果としてのランドスケープの構造と機能が時系列的にどのように変化するかを明らかにする地域生態学的な視点が求められる (Forman, 1986; 武内, 1991)。すなわち、サシバを指標種とした場合、サシバという生物種の存続可能性を、各生物学的階層にとって必要な空間スケールで捉えることであり、それが本種の存続のみならず、本種の生息圏である東アジアの生態系の保全にとって意味を持つといえる。

サシバの生息地は、大きさと機能の面から4つのスケールで捉えられる(表1-1)。最も大きなスケールは超マクロスケールである。これは、東アジアの生息圏全域にあたりとみなされる。生息圏は個々の生息地の集合体であり、その中には繁殖地・越冬地・中継地が含まれる。このスケールが、マクロスケールである。さらにその中にはメソスケールで捉えられる行動圏が含まれ、その行動圏内の微細環境はミクロスケールにあたる。

表1-1 サシバの生息地要求を調べるための各スケールにおける地形単位の階層的配列と生息地の単位 (貝塚, 1998をもとに作表)

スケール	超マクロ	マクロ	メソ	ミクロ
生息地の単位	生息圏 (繁殖・越冬・中継地)	繁殖・越冬地	行動圏	行動圏内の微細構造
地形区分 (例)	大地形 (島弧・山脈)	中地形 (低地・台地・丘陵地・山地)	小地形 (段丘) 微地形 (谷頭 緩斜面)	微細地形 (砂堆)
縮尺	1/1000万～1/100万	1/50万～1/20万	1/5万～1/5千	1/1000～1/500
最小地形のひろがり	10 km	1 km	100～10 m	1 m
地形形成に要する年代 (年)	10^7-10^6	10^6-10^5	10^5-10^1	$<10^1$
土地利用構造	—	里地	谷津田・斜面林 牧草地	素掘り水路 湿田・立ち木

本研究では、繁殖地としての日本の里地自然に着目し、サシバとその生息地の保全に必要な課題として、本種の生息数の増減、生息環境の特性、行動圏における行

動特性，そして採食生態と食物動物の環境要求性を取り上げる．本章では，はじめに研究の背景と目的を述べ，次に本種の一般的な生態と生息環境について既往研究等を整理する．第 2 章では，まず，日本における本種の生息数変動を分析する．そして，アンケート調査により，本種の全国的な生息環境の特徴や一般的な生態について分析する．第 3 章では，メソスケールで捉えられる本種の生息地において，千葉県印旛沼・手賀沼流域をケーススタディとして，生息地の環境特性，行動圏における行動特性等について分析する．第 4 章では，ミクロスケールで捉えられる本種の生息地において，同じく千葉県印旛沼・手賀沼流域をケーススタディとして，行動圏内の微細な環境構造，本種の採食生態，食物動物およびその環境要求性等について分析する．そして第 5 章では，各スケールで明らかとなった，本種の生息地における土地環境の構造や機能とそれらの変化が，本種の生息とどのように関わり合っているかを地域生態学的なアプローチにより考察し，それらの知見を基礎として，本種の保全対策を提言する．

第 2 節 研究の背景と意義

2-1 二次的自然環境の保全の意義

(1) 二次的自然環境における生物多様性の現状

「生物多様性」という用語は，種の大量絶滅・衰退と生物学的侵入による生物相や生態系の全地球的規模での急激な変質という危機的な事態を憂慮する生物学者によって，問題を科学的に捉えると同時に危機を回避するための目標を明示する言葉として，1980年代後半に作られたものである（鷲谷，1997）．その後1992年にブラジルのリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国連会議（United Nations Conference on Environment and Development: UNCED）」，通称「地球サミット」において「生物多様性条約」が採択された．それをうけて，1998年にスロバキア共和国の首都ブラティスラバで開催された「第 4 回生物多様性条約締約国会議：COP4」では，140以上の締約国と地域及び関係国際機関等の参加のもとで様々な自然環境における生物多様性に関する作業計画が採択された．現在では182カ国がこの条約を締約するにいたっている（2002年2月）．この一連の動向からも，生物多様性は国際的な関心事であり，その保全の必要性が強く認識されるようになってきていることがうかがい知ることができる．

日本では，生物多様性条約の要求に応えるべく，1995年に「生物多様性国家戦略」が策定された．しかし，それは生物多様性条約によって求められている策定手続き

に則しておらず、総合性、計画性、実効性に欠けるため見直しが必要であると磯崎（1997）は指摘している。また、幸丸（1997）は、戦略に値するものとは言いがたくとしながらも、行政以外の積極的参加という意思決定プロセスを最大限に活用することで国家戦略が本当の意味で戦略となる道が開けてくるだろうと述べている。

その後、2000年12月に「環境基本法」にもとづき第2次環境基本計画が閣議決定され、「生物多様性保全のための取組」が11の重点分野の一つに掲げられ、2002年3月に「生物多様性条約」、第2次環境基本計画、前回の国家戦略を受けて「新生物多様性国家戦略」が策定された。この新国家戦略のなかでは、普通種や二次自然の管理、また、自然の復元を行なうことを求めるなど、二次的自然環境の保全が盛り込まれている。芹沢（1997）は、二次的自然を都市の自然環境と峻別するため、「人間の第一次産業に関する活動の結果生じた環境に対応する生態系」が二次的自然であると定義している。二次的自然環境は、二次林、二次草原のほかに、農耕地等が含まれ、生物多様性の観点から注目される特性を有している。例えば、長い時間をかけて形成され、人が自然の力を活かして耕作が営まれてきた水田は、水田に水を補給する用水路、水源を潤す林やため池等栽培のために必要な環境とともに水生生物をはじめとした生物に生息の場を提供してきており、特に、谷間の平坦な湿地につくられた谷津田（あるいは谷戸田）と呼ばれるところには、このような環境が集約され、多様な環境を有していると述べられている。

サシバの主な生息地である里地や里山は、その言葉の定義が明確でないため具体的な量や分布、自然環境の状況等について統計的なデータを示すことは困難である。そこで、恒川（2001）は、環境庁が作成した第4回自然環境保全基礎調査（1990～92）の植生自然度と環境基本計画（環境庁企画調整局、1994）を重ね合わせて「里地自然地域における二次林および植林」の面積を推計した。その結果、日本における里山の面積は、その定義や用いる資料によって数字が異なるものの、「およそ国土の約2割、6-9万km²程度」という推計を一つの目安として提示した。

しかし、里地や里山のような二次的自然環境は、面的な減少と質の劣化の二つの大きな問題を抱えている。第4回自然環境保全基礎調査（1990～92）では、全国面積に占める里山を構成していると思われる二次林の割合は18.7%で、他の植生区分のなかでもっとも減少率が高く、第3回調査（1984）から0.4%、1454メッシュ（1メッシュは約1km²）減少している（上杉1998）。また、近年の二次的自然環境に関する生態学的研究の結果、二次的自然は人の手を入れることによって、その姿が維持されていることがわかってきている。例えば雑木林は、本来、薪炭林として用い

られ、下刈りや伐採のような人による管理を通じて自然の遷移を食い止め、その地域における雑木林の姿を維持させてきたが、1960年代の燃料革命により、薪炭材を利用する人が減少し、日本のほとんどの雑木林では管理が放棄されることで自然の遷移が進行し、その質が変化している。里山における雑木林の植生管理の放棄に伴う生物多様性低下に関する研究も数多く報告されており（例えば、藤村 1994, 辻・星野 1992, 山瀬 1998）, 里山の質の劣化が顕在化してきている。さらに、農業の近代化に伴い農地や水路の形態も変化してきた。水田、水路、河川等の中の段差が、魚類をはじめとする水生動物の生息地間の移動を非常に困難にしている。これらの結果、例えば、ホトケドジョウ *Lefua echigonia*, タガメ *Lethocerus deyrolli*, オキナグサ *Pulsatilla cernua*, エビネ *Calanthe discolor* 等のように、本来は身近な自然環境に生息する生物が全国的に急減し、絶滅危惧種となっているものも数多く存在する。このように、二次的自然環境やそこでの普通種の生息は、社会形態の変化によって影響を受けるため、全国的で画一的な対応は難しい場合が多い。そのような中、全国各地のボランティアによる雑木林管理（倉本・麻生, 2001）や自治体から委託を受け里地の自然再生に取り組んでいる管理組合（北川, 2001）, NPO 法人の結成、技術指導や指導者養成における国や地方自治体の事業などがはじまり、里山保全の全国的なネットワークも生まれてきた（中川, 2001）。さらには、水辺と里山の自然を同時再生するための「アサザプロジェクト」と「粗朶組合」のような、市民と行政のパートナーシップによる先進的な環境回復の取り組みも見られる（鷲谷・飯島, 1999）。このような、長期的な持続可能性を重視する「生態系管理」の思想にもとづく「協働」（鷲谷, 2001a）の普及が、全国の二次的自然環境の保全や再生に重要な役割（鷲谷, 2001b）を果たすと考えられる。

（2）農村環境における生物多様性の維持機構

農村環境は、食糧の供給という人間の生存に関わる重要な役割のほか、自然環境の保全、アメニティの創出などの機能が期待される（武内, 1994）。その中の自然環境の保全には、農村環境の豊かな生物相の保全機能があげられる。農村環境は、人為的影響が加わって変質した自然、つまり半自然（二次的自然）である（大沢, 1996）。原生的自然の多様性の要素と、人為的に作られた農村の各景観構成要素が加わり、さらに生物の多様性を増した空間である。農村環境が生物多様性の高い空間であるという第一の理由としてあげられるのは、農村環境にはさまざまな景観構成要素が存在することである。農村環境での景観構成要素には、水田、集落、雑木林、畑、

ため池などがあり、そのいずれにもその場所に特有の生物群集が存在する。農村環境における各景観構成要素のモザイク性が、そこで生息する鳥類の種多様性を高めており（福井ら、1997、1998）、特に農村環境の小動物の多様性における水田の役割の重要性が指摘されてきている（長谷川、1995a；Fujioka, *et. al.*, 2001）。また、第二の理由として、農村環境は人為の営みによってできた空間でもあるので生産構造を反映するため歴史性があり、それらの各景観構成要素の配置や面積配分はある規則性が存在するからである。山岡ほか（1977）によると、つくば市周辺の農村の伝統的な土地利用形態をもつ集落の237ヵ所について間隔を調べた結果、集落-集落間に二次林をはさまない場合はほぼ500m、二次林をはさむ場合はほぼ1kmであったという。守山（1992）は、これらの各景観構成要素の配置や配置間の距離、面積配分がその生物相保全にとって重要な働きがあることを、ため池に生息するトンボ類の移動生態から明らかにしている。つねに攪乱がおり、生息地の一時的な消失がおりうる可能性のある農村環境では、種が移動できる範囲の中に生息地が配置されることは、個体群レベルでの種の存続という意味で極めて重要である。

さらに、各景観構成要素が有機的に配置されることで、各景観構成要素特有の生物群集だけでなく、複数の景観構成要素にまたがって生息する生物群集を保つことが、第三の理由である。産卵や一時的避難場所として用水路から水田に入り込む淡水魚の存在（斉藤ら、1988）や、用水路の護岸により水田と用水路の連結性が分断された場所での、カエル類の種数と個体数の減少が報告されている（Fujioka and Lane, 1997）。

（3）二次的自然環境の保全の意義

生物多様性は、遺伝子（gene）、種（species）または個体群（population）、群集（community）または生態系（ecosystem）、ランドスケープ（landscape）の4つのレベルからなる組織的、構造的、機能的階層をそなえた概念であるとされる（Noss, 1990）。生物多様性のもっとも上位の階層をなすランドスケープは、物理的な環境としての地形と植生を含む生物群集の相互作用系であり、ランドスケープ・レベルで生物多様性を捉える場合に重要な視点は、自然と人間の営みの両方の作用によってつくられる生息場所、すなわち二次的自然環境の種類と空間的な配置がその地域において生息可能な種の範囲を決める点にある（鷲谷・矢原、1996）。多様な生息場所、特に伝統的な（一次）産業のあり方と関連して地域に残されていた二次的自然環境の分断・孤立化・喪失がわが国における生物多様性低下の一因となって

いる。そのような状況が支配的になってきたのは第二次大戦後の高度経済成長期以降のことである。農薬利用の拡大，急速な宅地開発，ため池や河川の護岸工事，水路のコンクリート化，改良事業という名目での外来牧草の導入などの大規模な環境破壊が進み，さらには農業の切捨てにともなって水田・ため池・農業水路などが急速に消失した。これらの変化に共通するのは環境の均質化であり，生物多様性の減少を招く結果となっている（矢原，1997）。したがって，ランドスケープ・レベルで生物多様性をとらえ直すことは，現在きわめて重要な課題となっている（鷺谷・矢原，1996；鷺谷，1997）。

また，二次的自然環境においては，生息場所の分断・孤立化・喪失という面的な減少と環境の均質化にくわえて，ヒトが適切な干渉をやめてしまった管理放棄による質の劣化の両方が生物多様性の低下を招いているといえる。二次的自然環境は，たとえば，雑木林での萌芽更新や下草刈，草地での火入れや放牧（菅沼，1996），水路脇での草刈，水田の水管理など，ヒトによる周期的な干渉（攪乱）によって維持されてきた。こうした持続的な働きかけの上に成りたつ生物群集の場合，その働きかけから解放されれば植生遷移が進み，そうした景観に特徴的な生物が生息できなくなる（守山，1988）。

つまり，二次的自然環境を生息・生育の場としている生物は，二次的自然環境が持つ長期にわたる人の関与のもとで成立してきた固有の自然（平川・樋口，1997）に依存する。生物多様性の保全とは，地球の生物の進化の歴史，また，生物と人間のかかわりの歴史の尊重であり，その歴史的資産の保全である（平川・樋口，1997）。したがって，二次的自然環境に対する人の関与の低下は，各地域の人間の営みを反映した歴史的価値が認められる固有な特徴を失わせるとともに，生物多様性低下を引き起こすことになる。このように，生物多様性の保全という観点からも，人と自然の関係をとおしてその地域の生物の存在意義を考え，これらの関係性を含む二次的自然環境を背景とする文化景観を総体として保全することが必要である（鎌田，2000）。

2-2 二次的自然環境としての谷津田のある里地

ここでまず，本研究における里地，里山の定義についてまとめておこう。里地とは，環境基本計画（環境庁企画調整局，1994）において用いられた言葉である。ここでは，国土空間を自然的社会的特性に応じて，山地自然地域，里地自然地域，平地自然地域，沿岸海域の4地域に区分している。また，里地自然地域の特徴を里山

の雑木林、谷津田や水辺等の二次的自然としている。山本（2000）は、歴史的に農村の住民が薪炭、肥料、飼料やその他の生活資材の供給源として利用、管理してきた林野を、その地形的特性や植生の違いに関わらず里山とし、里山と農耕地、居住域とが一体となって形成した農村空間を里地としている。本研究では、環境基本計画（環境庁企画調整局，1994）と山本（2000）の定義を採用し、里地に谷津田が含まれる場合に、「谷津田のある里地」として表現する。

次に谷津田の定義についてまとめる。谷津田がみられる「谷津」といわれる地形については、谷頭凹地と谷頭平底の境の湧水地点から下流の谷頭平底と谷底面を「谷津」とし（武内，2001）、多摩丘陵では多湿黒ボク土とグライ土を主な土壌として構成されている（松井ら，1990）。しかし「谷津田」について地形学的側面から定義した例はなく、おおまかには谷間にある水田の例として使っている事例が多い（たとえば、農林図書刊行会編，1983；守山ら，1992）。谷地田、谷戸田と同異議（農業工学研究所集落整備計画研究室編，1994）であるとしている。谷間の水田とは、谷底低地の水田のことを指し、谷底低地とは、山地、火山、丘陵および段丘を刻む谷の、谷口より上流にある細長い低地であり（鈴木，1998）、日本では、幅 1～2km 以下の狭長な谷間の低平地を指すことが多い（町田ら，1981）。関東地方に多く分布し（農業工学研究所集落整備計画研究室編，1994；安富，1995；守山，1997）、千葉県では 500m 以上開析されたところに造られた水田は谷津田としないことになっている（鈴木ら，1969）。谷津田は台地（永江・木村，1986；安富，1995）のほかにも丘陵地にもみられ（小出，1973）、国土面積の 70% を占める中山間地でも水さえあれば水田が造られる（安富，1995）ことから、全国各地に普遍的に存在するといえる。東ら（1998，1999a，1999b）は、谷津田とその周囲を取り囲んでいる主に二次林からなる斜面林のことをあわせて谷津環境としている。また守山（1992）は、それに灌漑用の溜池や用水路などを含めて谷津田環境としている。

以上のことを考慮し、本研究で「谷津田」とは、台地や丘陵地が開析され、狭い谷底低地が発達したところにつくられた水田のこととする。また、谷津環境や谷津田環境よりも空間領域の幅を持たせ、谷津田のある一定の空間領域を「谷津田のある里地」とする。谷津田のある里地は湿性地と乾性地の異なる環境を合わせ持ち、その両方の生息環境を必要とする生物の生息を保障する。台地は台地面が主に畑地や住宅地に利用されているために、丘陵地のそれにくらべて樹林の面積は狭く、段丘崖に沿って樹林が発達するという特徴をもつ。しかし、いずれの場合も谷津田には湿田が多く、冬期間も水田で越冬するタニシ類、ドジョウ類（守山，1997）、アカ

ガエル類など（長谷川，1997）の生物の生息を可能にしており，また，谷津田のある里地にはサシバ（美濃和，1994；及川・福田，1995；東ら，1998，1999b）をはじめオオタカ *Accipiter gentilis*，フクロウ *Strix uralensis hondoensis* などの猛禽類が生息する（中村・中村，1995）．このように，谷津田のある里地は，生物多様性の高い空間となっている（角野，1998）．

2-3 谷津田のある里地における指標種としてのサシバ

生物は種によってその生育・生息する環境条件が異なるため，生物を指標として環境の状態を知ることができる．そのような生物を指標生物あるいは生物指標という（浜口・大野，1994）．指標生物のこれまでの研究では，大気汚染（Sugiyama *et al.*，1976），土壌重金属汚染（田崎・牛島，1974），水質汚染（渡辺，1962）などの無機的環境を対象としている場合が多くみられた．ここでいう指標生物は，環境変化の内容や程度をもっとも敏感に反応する，いわば生物測器の役割をはたす生物的現象を指している（小泉，1975）．しかし，指標生物を用いる目的と価値は，測定機器を使えば知ることのできるような環境条件を推定することではなく，環境ストレスに対する生物の反応を知り，特に影響が出始める初期段階での警報を察知することにある（Noss，1990）．

そこで近年，生態系の管理，あるいは生物多様性の保全の手段として指標種を用いる研究がなされてきている．特定の種に注目した種アプローチには，その種の持つ生態的，社会的特質からいくつかの指標形態が選択される．

- i) 生態的指標種 (ecological indicators) : 同様の生息場所や環境条件要求性を持つ種群を代表する種 (例えば, Landres *et al.*, 1988; Dale and Beyeler, 2001).
- ii) キーストーン種 (keystone species) : その種を失うと, 生物群集や生態系が異なるものに変質してしまうと考えられる, 群集における生物間相互作用と多様性の要をなしている種 (例えば, Mills *et al.*, 1993; Paine, 1995).
- iii) アンブレラ種 (umbrella species) : 生態的ピラミッドの最高位に位置し, その種の生存を保障することでおのずから多数の種の生存が確保される, 生息地面積要求の大きい種 (例えば, Berger, 1997; Fleshman *et al.*, 2000; Suter *et al.*, 2002).
- iv) 象徴種 (flagship species) : その美しさや魅力によって世間に特定の生息場所の保護をアピールすることに役立つ種 (Effenberger and Suchentrunk, 1999).
- v) 危急種 (vulnerable species) : 希少種や絶滅の危険の高い種 (例えば, Channell and Lomoline, 2000; Moser, 2000).

一つまたは少数の種を指標種として用いたモニタリングでは、生態系の複雑な構造や機能の評価を行なうことが困難であるとされ（たとえば、Cairns, 1986; Noss, 1990; Simberloff, 1998）、多変量解析手法を用いた客観的な指標種群の選択の指針が試みられている（たとえば、Kreman, 1992; Sætersdal and Birks; Debinski and Brussard, 1994）。

これらの指標種の用いられ方から考慮すると、サシバは、谷津田のある里地のような特定の生息場所との結びつきの強い「生態的指標種」であり、また、生態的ピラミッドの最高位に位置し、その種の生存を保障することでおのずから多数の種の生存が確保される「アンブレラ種」としても位置付けられる。したがって、谷津田のある里地の構造がサシバの生息にとってどのような機能をもち、また、その構造と機能の変化がサシバの生息にとってどのような影響をもたらすのかを明らかにすることにより、生物多様性の高い谷津田のある里地を保全するための、生態学的な指針を得ることができると考えられる。

第3節 既往研究によるサシバの分布、生息環境、生態の概況

3-1 目的

本種に関する研究が掲載された学会誌、学会講演要旨集、または本種に関する事項が記載された報告書や図鑑等から、本種の分布、生息環境、食物動物や採食生態についてまとめ、それらの事柄がどの程度明らかにされているのかを把握することを目的とした。

3-2 分布

Brown and Amadon (1968), del Hoyo *et al.* (1994), 中村・中村 (1995), 森岡ら (1995), Ferguson-Lees and Christie (2001)によると、本種はアムール地方南部、ウスリー地方、中国の東北地方から河北省、それに日本の東北地方から九州までの極東の限られた地域で繁殖し、おそらく朝鮮北部でも繁殖していると考えられている。また、冬期は、南西諸島、台湾、中国南部、ミャンマー、インドシナ・マレー半島、フィリピン、ボルネオ・スラウェシ・マルク諸島、ニューギニアなどで越冬することが知られている。サシバが含まれるサシバ属4種の分布（図2-2）から、本種は繁殖地と越冬地を長距離移動することと、サシバ属の中で南北軸の生息圏が最大であることがわかる。

（旧）環境庁自然保護局生物多様性センターの自然環境保全基礎調査鳥類調査中

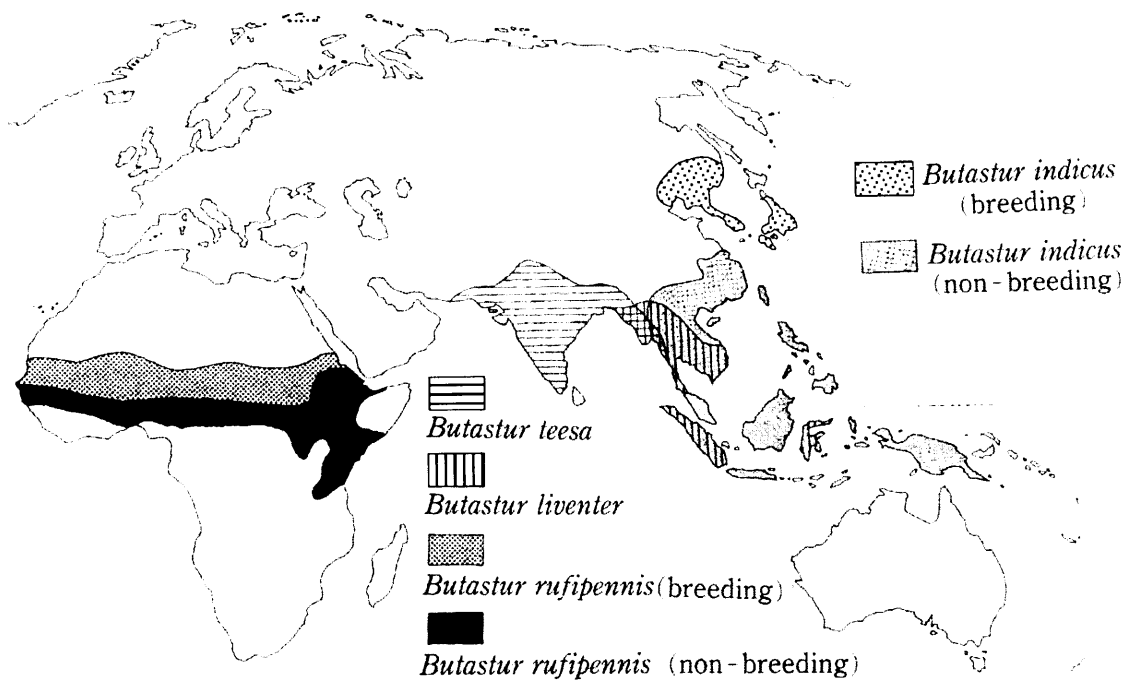


図1-1 サシバ属4種の生息分布図(Brown and Amodon,1968; Kugai, 1995から作図)

間報告書(1999)によると、日本における本種の都道府県別の繁殖期の分布状況は、北海道と青森県を除く、東北から九州地方のほぼ全都府県で生息または繁殖していると記されている。また、日本野鳥の会弘前支部(1986)によると、1985年に青森県で一番(つがい)の繁殖確認の報告がある。これらのことから、本種は北海道と沖縄県を除く全都府県で生息または繁殖しているが、繁殖が確認されている都府県が実際よりも少ないと考えられる。そこで、この点については、次節(第2章第3節)で分析を行なった。

3-3 生息環境

サシバの一般的な繁殖地における生息環境は、平地から標高800mくらいまでの山や高原のアカマツ林あるいはアカマツ *Pinus densiflora* からなる雑木林、スギ *Cryptomeria japonica* あるいはヒノキ *Chamaecepharis obtusa* の植林、落葉広葉樹と針葉樹の混交林などである(森岡ら, 1995)。

学会誌、学会講演要旨集、または本種に関する調査結果が記載された報告書等によると、繁殖地における本種の生態調査が行なわれている都府県は1都1府7県に過ぎず、東北、中国、四国、九州地方では本種の生態調査の記録はない。しかしこ

ここでは、記録のあった地域において、営巣木や営巣林、また、その周辺の生息環境に関わる記載から、本種の生息環境の特徴についてまとめることを試みた。

営巣木として記録のあった樹種としては、アカマツ（前澤，1990；Kojima,1999），クロマツ *Pinus thunbergii*，ゴヨウマツ *P. parviflora*，モミ *Abies firma*，スギ（Kojima,1999）で、そのすべてが針葉樹であった。大阪府では、営巣木の平均標高は 256m であり、確認された 52 本のすべての営巣木は平均斜度 33.3° の斜面上の林縁または林から突出した木であった（Kojima,1999）。営巣林としては、関東以南では、アカマツやコナラなどの二次林にスギ植林が加わった、いわゆる雑木林が利用された（小島，1982；前澤，1990；東ら，1998，1999a；Kojima,1999；遠藤・平野，2001）。また、関東以北の富山県ではコナラのかわりにブナ *Fagus crenata* やミズナラ *Quercus mongolica*（池田，1994）が、長野県北部ではカラマツ植林（堀田，2002）が利用された。これらの調査地における生息環境の特徴は、二次林にスギ等の植林からなる雑木林に水田が含まれる農村的環境であるが、関東北部の渡良瀬遊水地や北伊豆諸島は、それとは異なる環境であることが報告されている。渡良瀬遊水地は、ヨシ *Phragmites communis* を主体とする湿地性草原（平野ら，1999）にマダケ *Phyllostachys bambusoides* やヤナギ類 *Salix* sp. の低木の茂みが点在する環境が生息地となっている（平野ら，1998）。ここは、昭和 38 年に着工された人工の遊水地であるが、現在では全国でも最大級の規模を誇る湿地性草原となっており、原生的自然環境に近いといえる。遊水地の中を流れる川に沿って樹高 15m 前後の樹木がみられ、そのような場所が営巣林として利用されていることが平野（私信）によって観察されている。しかし、ヨシ等の植生で覆われた約 2,500ha の広大な湿地性草原の中で本種の繁殖が確認されたのは、1998，1999 年ともわずかに 2 ヶ所であった（平野ら，1999）。したがって、本種の生息密度が高い、宇都宮市から芳賀郡にかけての谷津田の卓越した地域（百瀬ら，2000；百瀬，2001a，2001b）や、印旛沼流域（東ら，1998），手賀沼流域（東ら，1999a）と比較して、このような湿地性草原は本種の一般的な生息環境とは言いにくい。また、北伊豆諸島で本種の生息が確認された神津島，新島，利島は、森林で覆われた山地性の島で水田は見られない。それらの島では、谷地形が発達した場所が行動圏として利用されており、面積が広く谷地形が発達した島ほど本種の生息数は多くなる傾向があることを長谷川ら（1996）は報告している。

それから近年、多変量解析を用いて本種の生息環境を解析した研究が行なわれている（東ら，1999；第 3 章第 3 節，百瀬ら，2000；百瀬，2001a，2001b；松浦ら，

2002). 百瀬ら (2000) は、宇都宮市から芳賀郡にかけての南北 11.0km, 東西 24.6km の範囲 (面積約 270km²) に含まれる市街地, 水田地帯, 低山帯で 116 ヲ所の本種の繁殖地とその中の 33 ヲ所で巣を発見している. そこで, 調査地全域を一辺約 2km のメッシュに分け, その中の本種の繁殖数を目的変数に, 各メッシュの樹林面積, 樹林と水田の隣接長, 水田の面積と周囲長の比, 周囲のメッシュの樹林面積, そして人口を説明変数として重回帰分析を行なった結果, これらの説明変数が本種の繁殖数と有意な関係があること, 樹林と水田の隣接長と樹林面積の寄与率が高かったことを示している (百瀬ら, 2000 ; 百瀬, 2001a, 2001b). また, 松浦ら (2002) は, 千葉県印旛沼流域鹿島川水系 (東ら, 1998 ; 第 3 章第 2 節参照) の 20 地点で本種の生息地点を確認している. そこで彼らは, 本種の生息と関係が示唆されている環境構造として谷幅, 谷壁斜面の比高・奥行き・傾斜度, 土地利用の隣接と配列の 6 つをあげ, 本種の確認地点とその周辺の環境構造を 50m セルで解析し, 本種の生息の有無をを目的変数に, 6 つの環境構造を説明変数としてステップワイズ法による正準判別分析を行なった. その結果, 両側が斜面林で谷底が水田となる土地利用配列となるセル数によって約 7~8 割の生息地が判別されること, 土地利用の配列を除いた同様の分析では, 樹林と水田の隣接長のみが選択されることを示している.

以上のことから, 繁殖地における本種の生息環境として主要である要因を考察してみる. まず, アカマツやコナラなどからなる二次林とスギ等の植林で構成される雑木林と水田を含む農村的環境が一般的な特徴である. そして, その中には谷地形が存在し, 谷底が水田でその両側が斜面林となる土地利用配列であること, 樹林と水田の隣接部が長いこと, そして営巣木として利用される斜面上のアカマツやスギ等の針葉樹が必要である. 谷地形の重要性は, 北伊豆諸島のような水田のない島でも示唆されている (長谷川ら, 1996) ことから, 渡良瀬遊水地で本種の生息密度が低いのは, 全域が平坦で谷地形が存在しないことと関係があるのかもしれない.

本種の日本における越冬地は, 鹿児島県以南の南西諸島である (中村・中村, 1995 ; 森岡ら, 1995 ; Kugai, 1996). 繁殖地と同様に, 学会誌, 学会講演要旨集, または本種に関する調査結果が記載された報告書等によると, 越冬地における本種の生態調査は沖縄県で行なわれている. 宮古市では, サトウキビ畑とその周辺の森林が主な生息地であることが報告されている (久貝, 1988). また, 山地の亜熱帯林が島全体の 90% を占めている西表島では, 海岸沿いの狭い平野部に水田や畑, 放牧地等があり, そのような環境が本種の生息地になっている (樋口ら, 2000). そして, 西表島の東 15km の位置にある石垣島では, サトウキビ畑や牧草採草地として利用されて

いる南側の平野部と北側の半島中央の 200~300m の低山帯を取り囲むように広がる畑や放牧地が生息地となっており、サトウキビ畑、採草地、放牧地のような畑地雑草群落が統計的に高い割合で利用されることが報告されている（樋口ら、2000）。

以上のことから、農村的環境が本種の生息地として利用されていることは繁殖地と共通するが、繁殖地の生息環境として主要であった水田の存在と谷地形は、越冬地では主要でないことが示唆される。

ここでは、1都1府7県で行なわれた調査結果にもとづいているため、本種の生息環境の特徴が全国的な共通性を持つものなのか、あるいは地域によって異なるのかを判断することはできなかった。そこで、全国的な本種の営巣木や生息環境の特徴については、次節（第2章第2節）と第3章第2節、3節で分析を試みた。

3-4 食物動物と採食生態

サシバの食物動物および採食生態に関するこれまでの研究では、胃内容物分析と巣に運ばれた食物動物の直接観察、あるいはビデオカメラ、スチールカメラ等を用いた光学機器による映像分析、さらには、生息地での採食行動の直接観察などが行なわれている。学会誌、学会講演要旨集、または本種に関する調査結果が記載された報告書等から、本種の食物動物および採食生態の特徴についてまとめることを試みた。

本種の胃内容物分析が行なわれた研究はこれまでに 2 例ある。川口（1917）によると、コバネイナゴ *Oxya japonica*、バッタ類、トノサマガエル *Rana nigromaculata*、ヤマカガシ *Rhabdophis tigrinus tigrinus*、スズメ *Passer montanus*、ネズミ類が検出されているが、調査個体数、個体が採集された場所と時期は不明であった。また、石沢・千羽（1967）によると、本種 16 個体の内容は、昆虫類 83.3%、鳥類 16.6%、哺乳類 8.3%、その他 16.6%であった。月ごとの内訳で見ると、4 月はモグラ類、7 月は小型鳥類、シオカラトンボ *Orthetrum albistylum speciosum*、その他の昆虫、そして 9 月はカマキリ類、コオロギ類、ノコギリカミキリ *Prionus insularis insularis*、ニイニイゼミ *Platypleura kaempferi* となっている。月不明の個体からは、ヤマジガバチ *Ammophila infesta*、アリ科 sp.、チョウ類幼虫が検出された。しかしいずれの場合も個体が採集された場所は不明であった。

三重県伊賀町では、本種 3 羽によるアカマツに造られた巣への給餌がビデオカメラにより撮影されている（前澤、1990）。映像分析の結果、3 羽が訪巣した回数は、6 月 5 日から 10 日までの期間に 27 回で、その食物動物の内訳は、カエル類 10、ネズ

ミ類1であった。また、6月20日にはシマヘビ *Elaphe quadrivirgata* 1, 7月7日にはモグラ類1が確認された。3羽の給餌というのは、一妻多夫型の複数オスによる協同繁殖型の可能性が示唆される行動である(前澤, 1990)。

本種は、マツ類、スギ、ヒノキなど見晴らしの良い木の枝や水田内の電柱あるいは杭の上から地面を伺い、谷津田、畑、果樹園、伐採跡地等でヘビ・トカゲ・カエル類などの小動物を採食する行動が小島(1982)や池野(1994)により観察されている。また、酒井ら(2001)によると、本種の止まり木としては、周囲に広葉樹が多く、樹冠がとがり、周囲よりも高い針葉樹が利用される傾向があることが報告されている。渡良瀬遊水地では、1998~1999年4~7月の2年間にサシバ5羽の347例の採食行動が観察されている(平野ら, 1999)。主な食物は、トウキョウダルマガエル *Rana porosa* やニホンアマガエル *Hyla japonica* またはシュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii* などのカエル類、ニホンカナヘビ *Takydromus tachydromoides*、ヘビ類、ハタネズミ *Microtus montebelli*、バッタや毛虫などの昆虫類であった。捕獲に成功した174例の獲物のうち、トカゲ類が最も多く、次いでカエル類、ネズミ類の順であった。宇都宮市から芳賀郡にかけての谷津田が卓越した地域における本種の2ヵ所の巣の観察例では、カエル類(ニホンアカガエル *Rana japonica*、トウキョウダルマガエル、ニホンアマガエル)がそれぞれ52%(N=27)、80%(N=24)と最も多く、また、採食地点の観察でも、採食動物の78%(N=21)がカエル類であった。その他には、ヘビ類、ネズミ類、モグラ類、スズメ、チョウ目幼虫、バッタ目の昆虫、カブトムシ *Trypoxylus dichotomus* 等が観察されている(百瀬ら, 2000)。池野(1994)による茨城県土浦市における6月の観察では、クビキリギス *Euconocephalus thunbergi* 33.3%、その他昆虫類11.1%、カエル類16.7%、ヘビ類5.6%、トカゲ類5.6%、キジ *Phasianus colchicus* 5.6%が観察されている。

茨城県土浦市における池野(1994)の観察では、谷津田での採食は、耕作中の水田かその周辺が選好され、休耕中か放棄された水田を忌避すること、また、耕作中の水田でも稲が約20cm程度の草丈になると、本種の行動圏が谷津田の周辺に拡大することが観察されている。また、同じく茨城県土浦市における及川・福田(1995)の調査では、繁殖前期の4・5月にはヘビ・トカゲ・カエル・モグラ・ネズミ類が水田周辺で採食され、繁殖期後期である6月中旬以降はバッタ類等の昆虫類が主に採食され、水田周辺ではほとんど採食行動が観察されなくなったことが報告されている。そして、平野ら(1999)による渡良瀬遊水地での観察では、採食が行なわれた環境は農耕地が最も多く、次いで堤防などの草丈の低い草原であり、広大な面積を占め

るヨシ原は、ヨシの伸びる前の 4 月を除いてほとんど利用されなかったことが報告されている。これらのように、本種の食物動物と採食場所が季節によって変化する興味深い観察が報告されており、それは採食地点の草丈との関係が示唆されている。

越冬地である沖縄県宮古市伊良部島では、リュウキュウマツ *Pinus luchuensis*, モクマオウ *Casuarina stricta*, または電線などにパーチし、ツチイナゴ *Patanga japonica*, バッタ類, ハツカネズミ類を畑周辺で採食し、トカゲ・ヘビ・カエル類を森林周辺で採食する行動が観察されている(久貝, 1988)。また、石垣島では、サトウキビ畑, 採草地, 放牧地に設置されているスプリンクラーがパーチとして頻繁に利用され、バッタ類などが採食されることが報告されている(樋口ら, 2000; 呉ら, 2002)。

また、食物動物であるヘビ類の捕食者としてのサシバについての記録からは、アオダイショウ *Elaphe climacophora*, シマヘビ, ヤマカガシ, ジムグリ *E. conspicillata*, マムシ *Agkistrodon blomhoffii blomhoffii*, ヒバカリ *Amphiesma vibakari vibakari*, ヤマカガシの採食(田中・森, 2000)が報告されているものの、時期や場所については不明である。

以上のことから、本種は、周囲の眺望が良い主に針葉樹の梢や枝や電線やスプリンクラー等から食物動物を探し、水田や畑等の開けた環境にいる小動物を捕らえる待伏せ型の採食行動をとるといえる。主な食物動物としては、カエル類, ヘビ類, トカゲ類等の両生・爬虫類, 鳥類, ネズミ類, モグラ類等の小型哺乳類, バッタ類, 甲虫類等の昆虫類など多様である。繁殖地では、繁殖後期の夏になるにつれ、採食場所が水田からその周囲に変わり、主な食物動物は昆虫類となるようである。その理由としては、夏になるにつれ水田植生の草丈が高くなると、主に地上で採食する本種にとって、採食活動が困難になるためではないかと予想される。このことについては、第 4 章第 1 節 2 節で分析を試みた。

第 4 節 研究の方法と構成

本論文は、図 1-1 に示すように、本章を含む 5 つの章から構成される。本研究では、サシバの生息地における本種の行動特性と環境要求性を分析するために、すでに述べたように本種の生息地を 4 つのスケールでとらえた。なぜなら、広域的なものから地域的、あるいは局地的なものまでの様々なスケールごとに動物が必要とする環境要求性や行動特性が異なるためである。スケールごとにそれらを分析することは、動物への理解が深まるだけでなく、生息地の保全や管理という実際的な計画

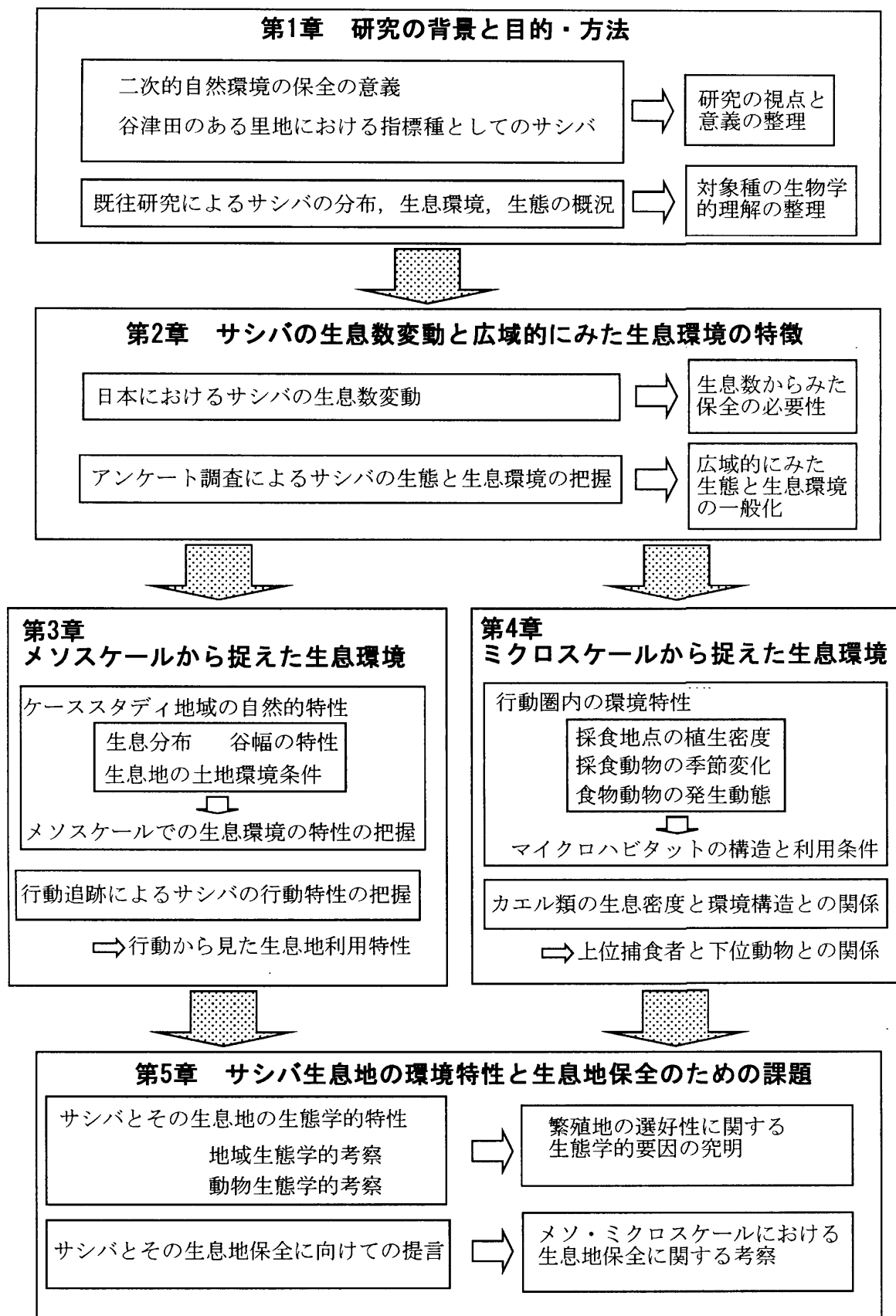


図1-2 本論文の構成

や行動の際にも効果を発揮する。武内・横張（1993）は、ビオトープの保全・創出において、分析と評価のための3段階の空間スケールを提示し、それぞれをマクロスケール、メソスケール、ミクロスケールとしている。一ノ瀬（2001）は、3段階のスケールを設定し、メッシュ解析、多変量解析を用いて鳥類群集を規定している環境要因を分析した。本研究の各スケールの縮尺は、これらと多少ずれている部分もある。しかしそれは、対象とする生態系や動物種の最適スケール尺度の違いから生じるものであり、基本概念は共通している。

まず本章では、本研究で対象とした猛禽類サシバの生息地である里地や里山の現状と、里地や里山に代表される二次的自然環境における生物多様性の維持機構と保全の意義について概観した。そして、本種を指標種として保全する意義と、その生息地を様々な空間スケールでとらえ、スケールごとに本種の行動特性と環境要求性を明らかにすることが、本種の保全に貢献する考えを示した。第2章では、はじめに生息数の増減について分析した。そして、アンケート調査において、マクロスケールからミクロスケールで捉えられる本種の生息地の環境特性について、広域的かつ一般化して分析した。第3章では、第2章で提示されたメソスケールでとらえられた生息環境の中で、本種の生息と関わる土地環境条件と本種の行動特性を分析した。第4章では、第2章で提示されたミクロスケールでとらえられた生息環境の中で、本種の採食地点の環境構造、食物動物の発生動態、そして微細な構造およびその変化と主要な食物動物のカエル類の生息との関係について分析した。第5章では、第2章から第4章で提示された、スケールごとの本種の行動特性と環境に対する要求性を整理し、本種の保全について考察した。

第2章以降の各章の構成と主要な内容を以下に述べる。

第2章は3節に分かれる。第1節では、沖縄県宮古諸島伊良部島に渡りの途中に通過する本種の個体数調査の1973年以降の記録にもとづいて、日本に生息するサシバ全個体群の個体数変動を分析し、近年減少傾向にあることを示した。

第2節では、これまでにサシバの調査や研究が行なわれた地域での、本種の一般的生態と生息環境について既往研究を整理した。これまで本種の生態と生息環境については関西・北陸・中部・関東地方、北伊豆諸島、南西諸島で調査がなされている。それらを通じて本州では雑木林と水田のある農村地帯で繁殖すること、繁殖地内の樹林と水田の隣接長、樹林面積および谷地形に環境選好性が見られたことが示された。また、道路建設や宅地造成等で生息地が減少していることが示された。

採食行動や食物動物の調査では、これまでに胃内容分析、巣への給餌の観察、そ

して採食行動の観察結果をまとめた。サシバは、小型哺乳類から鳥類、爬虫類、両生類、昆虫類まで幅広く利用していることが示された。また、季節の進行に伴い、採食地点が水田からその周辺に移行するのにあわせ、採食動物が両生・爬虫・哺乳類から昆虫類へ変化することが観察されたことを示した。

第 3 節では、全国的なサシバの一般生態と生息環境を把握するため、猛禽類に関心を持って調査をしている有識者に本種の一般的生態と生息環境についてアンケート形式で質問した。生息確認地点数が増加または変化がない地域と、減少している地域があり、生息確認地点が減少している地域では開発の影響との関連性が等質性分析によって示された。繁殖地は丘陵地に多く、ほとんどの繁殖地に森林と水田が含まれ、また、営巣木としては針葉樹が主に利用され、水田環境は採食地点として利用されていることが示された。また、繁殖地として利用された谷津田のある里地の状況は、谷津田は、比較的小規模で、ほぼ全面水田耕作がされており、周囲を連続した森林や斜面林で囲まれてこと、繁殖地のほとんどが民有地であり、いかなる保護区にも指定されておらず、開発による繁殖への影響を受けていることを示した。

メソスケール以下の分析では、本種の一般的な生息環境である谷津田のある里地をケーススタディ地域として設定した。第 3 章では、メソスケールで捉えられる千葉県印旛沼・手賀沼流域の谷津田のある里地において、前章で提示されたサシバの生息環境や環境選好性、行動特性について調査し分析した。ここでは、このメソスケールにおける本種の生息地選択における景観構成要素の量と質について把握することを目的とした。

第 1 節では、調査対象地の自然的特性についてまとめ、調査地が、台地と低地、そして台地平坦面と低地平坦面との段丘崖斜面の地形によって構成され、また、台地面は畑地や集落、低地面は谷津田、そして段丘崖は斜面林として土地利用がなされていることを示した。

第 2 節では、生息分布と生息地点間距離および谷幅の特性について調査、分析し、千葉県印旛沼流域鹿島川水系では 22 地点で生息を確認したこと、生息地点の多くは 500~1000m 間隔で点在し、生息地点の谷津田の谷幅は全体の 77.3% の地点が 20~80m であったことを示した。

第 3 節では、千葉県手賀沼流域におけるサシバの生息の有無と各景観構成要素の土地環境との関係について分析し、生息確認地点の谷津田面積、斜面林面積、水田耕作面積は生息未確認地点のそれらより有意に大きかったこと、また、生息確認地点は谷津田の面積に対する斜面林の面積比および、水田耕作面積比がそれぞれ高く、

さらに谷津田の周囲長に対する谷津田と斜面林の隣接長比が高い土地環境であったことを判別分析によって明らかにした。

第4節では、千葉県印旛沼・手賀沼流域において、サシバ繁殖オス11個体についてラジオ・テレメトリ法により個体追跡調査について分析した。枝等に止まって食物動物を探索する場所（パーチ）を地図上にプロットし、パーチでの滞在時間とパーチ間距離等を計測し、行動特性を分析した。繁殖期間を通して、パーチで約7分程度の短時間滞在しながら、短距離のパーチ間を小刻みに移動する探索型の採食行動を行ないながら斜面林の林縁部の見晴らしの良い木立で食物動物が見つかるまで待機する待伏せ型の採食行動も同時に行なう探索待伏せ型の採食行動様式をとることを明らかにした。そしてこの採食行動様式は、細長い谷津田に沿って連続した斜面林とその外側には畑等の開けた空間が水平方向に配列し、斜面林は両側の谷津田や畑等よりも垂直方向に高い構造を有するこの生息地において、効率の良い戦略であることを考察した。

第4章では、千葉県印旛沼・手賀沼流域の谷津田のある里地におけるサシバの生息地において、ミクروسケールで捉えられるサシバの行動圏内部の微細な土地環境における構造とその変化が、本種の環境選好性や行動特性、食物動物の発生動態や生息にどのように関係しているかを把握することを目的とした。

第1節では、サシバの採食地点の季節変化と植生密度を調査し分析した。採食地点は、5月上中旬には水田や畦等の水田環境であったが、5月下旬以降は斜面林での割合が漸増し、7月上旬以降はすべて斜面林に移行したことを示した。また、植生密度を示す植被率と草丈は、採食の成否に影響を与えており、特に草丈はそれに大きく関係することを明らかにした。また、季節の進行に伴い、水田環境は採食には不適な環境になることを示した。

第2節では、サシバの行動圏内の谷津田と斜面林において食物動物の発生動態を調査し分析した。5月上中旬はカエル類の生息密度が高く、6月上旬にはカエル類と大型昆虫等の生息密度に有意差はなく、7月上旬になると大型昆虫等の生息密度が有意に高くなることを示した。

第3節では、目視観察と巣内のビデオカメラ撮影による採食動物の季節変化を調査分析した。採食動物の割合は、食物動物の発生動態とほぼ同様の傾向が認められ、時期に応じて生息密度が高い食物動物を採食動物として利用していることを示した。

第4節では、谷津田のある里地において、主要な食物動物であるカエル類について、行動圏内の微細な環境構造の違いと生息密度との関係を分析した。パイプライ

ンによって用水が供給され、コンクリート護岸の排水路では、ニホンアマガエルの生息密度がニホンアカガエルのそれを有意に上回り、またニホンアカガエル生息密度はニホンアマガエルより環境構造に左右されることを数量化 I 類の分析で明らかにした。また圃場整備の進行に伴い、ニホンアカガエルとトウキョウダルマガエルは減少する傾向があることを示した。そしてサシバの食物動物となる下位の動物の環境要求性を把握することが、本種の保全に貢献することを考察した。

第 5 章では、前章までの結果をふまえ、サシバの行動特性と生息地の環境特性を総合考察し、生息地保全のための課題を考察した。本種が繁殖地とする、谷津田と斜面林が複合した特徴のある垂直構造とそれが連続した水平構造は採食地として適しており、本種はその構造と機能が季節にともなって変化するのに順応してその環境を利用していることを明らかにした。また、行動圏内に生息する主要な食物動物のカエル類は、水田の圃場整備に伴う微細環境の構造と機能の変化によって生息数に影響を受けることを明らかとした。

サシバの生息地の環境特性に順応した行動特性と環境選好性から、本種の生息地を保全するために、1) 耕作条件の良くない谷津田でも稲作を継続すること、2) 谷津田を圃場整備する際には、カエル類等の小動物の生息に配慮した構造および工法を採用すること、3) 谷津田に面した斜面林は分断させず残存させることの 3 点を提言した。

第2章 サシバの生息数変動と広域的にみた生息環境の特徴

サシバには繁殖地と越冬地を季節的に移動する渡りという行動が知られている（例えば、武田，1989；Kugai, 1996；樋口ら，2000）。すなわち，本種の生息圏は繁殖地と越冬地，その渡りの経路上にある中継地を含む東アジア全域とみなすことができる。したがって，サシバの生息を超マクロスケールでとらえたとき，本種の生息に必要な要因として，例えば温帯から亜熱帯・熱帯にいたる気候帯や，南北に連なる列島や諸島の位置関係，また，モンスーンアジアからオセアニア地域にいたるいわゆる「グリーンベルト」と呼ばれる連続した森林植生（井上，1998）の存在などがあげられる。また，動物地理区では，サシバの生息圏は旧北区と東洋区にまたがる地域が含まれる広域なスケールで捉えられる。このスケールでの本種の生息に必要な要因を分析するためには，渡りと気候や気象との関係，越冬地や中継地における生態や環境選好性などの多くの知見が必要である。現在，アルゴスシステム（Argos Data Collection and Location System）（藤田・樋口，1995）を用いた本種の渡りの追跡調査が行なわれ，渡りの経路や中継地における滞在時間，越冬地における環境選好性などのデータが収集されつつある（森下ら，2000；樋口ら，2000，2002）。しかし，このスケールにおけるサシバの生息条件は，気候環境等の土地環境とは別の要因によっても強く支配されていることから，本研究の対象とはしない。

この章では，日本におけるサシバの生息数変動と全国的な生息環境の特徴と一般的な生態を把握することを目的とした。まず，第1節では，沖縄県宮古諸島伊良部島における約30年間にわたる本種の個体数調査の結果から，日本における本種の生息数変動を分析した。第2節では，全国の猛禽類に関する有識者を対象としたアンケート調査により，マクロスケールからミクロスケールで捉えられる本種の生息環境の特徴と一般的な生態を全国的な広域な範囲において分析した。

第1節 日本におけるサシバの生息数変動

1-1 目的と分析データ

九州以北で繁殖活動を終えたサシバは，9月から11月にかけて越冬のために南方への渡りを行なう。そのほとんどの個体が琉球列島を渡りの経路としていていると考えられている（Kugai, 1996）。琉球諸島における島嶼間距離が最長の久米島から宮古島にいたる区間は，南下の渡りの際の最大の難所と考えられており（久貝，1991），宮古島やその西方約8kmの伊良部島には渡りの途中の個体が数多く滞在する（Kugai, 1994；久貝，1997）。それは，これらの島では近年までサシバを捕獲し，食

料にしたり，玩具にしたり，あるいは交易物として利用するなど，本種が通過するだけのほかの島ではみられない文化が発達していた（Kugai, 1994）ことからもうかがわれる．そして，この宮古諸島の伊良部島は，日本に繁殖のために渡来し，越冬のために南下する本種の中継地と越冬地となっており，1973年から宮古野鳥の会を中心に，本種の渡りの個体数調査が行なわれている（Kugai, 1996）．

一般には，野外にいる動物の個体数を正確に把握することは難しい（久野，1986）．しかも，生息範囲が広い動物ほど，個体数の正確な把握は限りなく不可能に近いと思われる．しかし，宮古諸島の伊良部島は上記のような理由により，本種の主要な渡りの中継地であり，渡りの期間中に精力的な調査が実施されている．また，ここで調査された本種の個体は，繁殖に参加した個体とあらたに加わった幼鳥，繁殖に参加しない若鳥（小島，1982；及川・福田，1995）が含まれ，日本に生息する本種の全個体群を構成すると考えられる．さらに，この島は， 30.5km^2 と小さく，また最高地点の海拔が88.8mで全域が平坦であるため（久貝，1997），個体数調査に適した条件を備えている．以上のことから，このような条件での継続的な個体数調査にもとづく結果を分析することにより，日本に生息する本種の生息数の変動の把握が可能となると考えられる．

そこで，ここでは日本における本種のこの約30年間の生息数の増減傾向を分析することによって，保全の必要性を議論する上での資料とすることを目的とした．

1-2 分析方法

1973年から2001年までに調査されたサシバの個体数の結果をもとにした個体数変動を把握するために，時系列データに対し長期的な傾向を表す滑らかな曲線を作ることのできる指数平滑化法による時系列分析を行なった．指数平滑化法における平滑化定数 α は0以上1以下の値をとり，平滑化定数が1の場合，平滑値はデータに一致し，平滑化定数が小さければ，平滑値は過去のデータの傾向に従う特徴をもっている．ここでは，平滑化定数 $\alpha=0.1$ ，および0.3について分析した．また，増減の傾向の変わる年の前半，後半の2時期について，単回帰分析を行なった．データは，宮古野鳥の会のもとに作成された，宮古島のホームページ（<http://miyakojima.net/>）を参照した．分析には，エクセル統計（社会情報サービス社製）を用いた．

1-3 結果

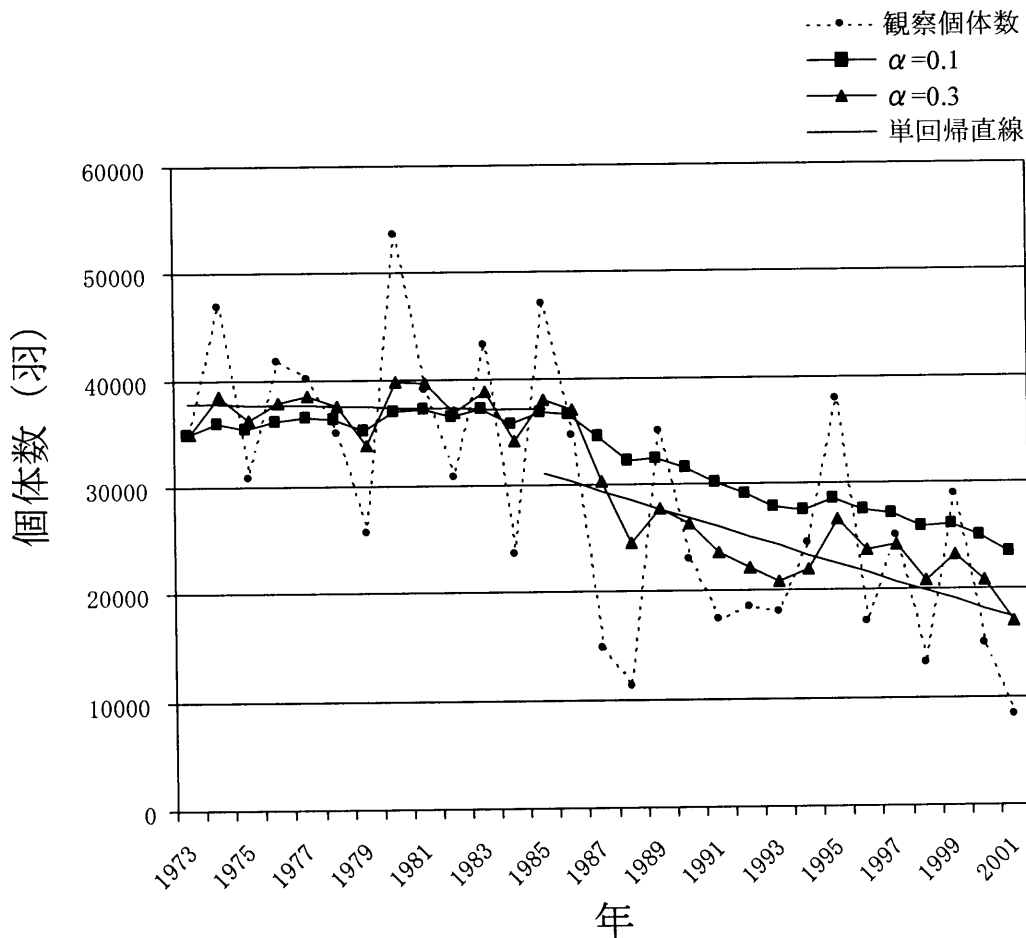


図2-2 沖縄県宮古島におけるサシバの秋の渡りの観察数の年変動●-は観察個体数(宮古野鳥の会による), -■-, -▲- 指数平滑化法による平滑化定数0.1, 0.3をそれぞれ示す。

沖縄県宮古諸島伊良部島を秋に通過するサシバの観察個体数の変動と、その傾向について図2-1に示した。指数平滑化法における分析では、平滑化定数 $\alpha=0.1$ 、および0.3のいずれの場合も、1985年を境に個体数は漸減する傾向が認められた。そこで、1973年から1984年を前半、1985年から2001年までを後半として、それぞれ単回帰分析を行なった。前半はほぼ横ばい($y=-493.6x+1013769.5$, $R^2=0.04$, $F_{1,10}=0.43$, $p=0.53$), 後半は、有意差は認められなかったものの、減少傾向にあることが認められた($y=-888.3x+1793280.1$, $R^2=0.18$, $F_{1,15}=3.24$, $p=0.09$)。

1-4 考察および小括

10年以上継続している全国各地の探鳥会の鳥種出現記録について分析した森下・樋口(1999)によると、本種の減少傾向が示された地点では、1980年代が本種の半減期(出現確率=0.5の時の年)であることが示されており、本分析結果と一致した。

年による観察個体数の変動幅が大きいことについては、その年の繁殖成功率や、越冬地での生存率の良し悪しなど (Newton, 1979) が考えられるが、その分析についてはここでは行なっていないため、今後の課題としたい。

以降のことから、日本における本種の生息数は、1973～1985年まではほぼ横ばいで推移し、その後漸減する傾向であるとまとめられる。

第2節 アンケート調査による繁殖地のサシバの生態と生息環境の把握

2-1 目的

本節では、アンケート調査にもとづいて、日本全国におけるサシバの一般的生態とマクロスケールでの生息環境の特徴や保全上の課題等の把握を目的とした。アンケート調査法は、日本各地のサシバの一般生態的な特質や生息環境の特徴等を抽出でき、全国的な傾向を包括的に把握するのに最も効果的な方法といえる。全国の猛禽類に関する有識者に対し、本種の生息数の増減、営巣地周辺の環境、繁殖生態、保全上重要な問題点等について質問した。その上で本種の生息数の動態、一般的生態と生息地の環境特性について解析し、本種の保全への課題について考察した。

2-2 調査方法

(1) アンケート票の設問の設定

本研究では、「サシバ生息概況調査票」と「サシバ繁殖状況調査票」の2種類の調査票を作成した(付表1, 2)。前者では、サシバの全国的な生息状況とその変化を知るために、被験者の在住する都道府県でのサシバの生息数の変化、1995年から1997年の期間に生息および繁殖記録のある市町村、文献等を質問した。後者では、繁殖地におけるサシバの生活史と生息環境、および保全に関する項目についての把握を目的とした。1995年から1997年の期間に繁殖を確認している場合について回答を求めた。繁殖地の地形・標高・周辺環境、繁殖段階、巣立ち雛数、営巣木の種類・状態・樹高・胸高直径、架巣タイプ、繁殖地の土地所有状況・保護区の指定状況、採食場所と採食動物に関しては選択式とし、また、繁殖における開発の影響、繁殖失敗の原因、他種鳥類との種間関係に関しては、記述式で質問した。繁殖状況に関する設問に対しては、繁殖の確実性を統一するために、繁殖のレベルを設定し、繁殖のレベル1) または2) をその地点における繁殖とみなし、観察地点における繁殖のレベルの記入を求めた。繁殖地の生息環境に関する設問に対しては、繁殖地の定義として、観察地点(複数ヵ所ある場合にはその中心)から半径約500mの範囲とした。

また、同一被験者でも複数の繁殖地を観察している場合には、アンケート票をコピーしてもらい回答を求めた。

なお、繁殖のレベルは以下の通りである。

- レベル1) 営巣あるいは造巣行動（巣材集め）および繁殖行動（求愛給餌、餌運び）を確認した。
- レベル2) 渡りの時期以外に対象地域で樹木や電柱などに止まっているのを2回以上観察した。あるいはペアを確認した。*対象地域とは観察地点（複数カ所ある場合はその中心）から半径約500m内の地域をさす。
- レベル3) 渡りの時期以外に対象地域で飛んでいるものや鳴き声を確認した。
- レベル4) 渡りの時期以外に対象地域で姿は確認していないが、鳴き声を確認した。
- レベル5) 渡りの時期以外に対象地域で姿も鳴き声も確認していない。

(2) 被験者の選定とアンケートの実施

本アンケート調査は、(財)日本野鳥の会保護・調査センター、日本オオタカネットワーク (JAWG) と共同でアンケート票の作成、発送、回収、集計を行ない、東京大学大学院農学生命科学研究科生物多様性科学研究室の樋口広芳教授と森下英美子氏と共同で分析を実施したものである。アンケート調査票を送付した団体または個人は、日本野鳥の会全国各地の支部、日本野鳥の会が委託をうけている日本各地の「サンクチュアリ」、日本オオタカネットワークの会員、猛禽類に関心を持って調査をしている日本各地の研究者で、被験者が全都道府県に網羅されるように配慮した。送付数は、団体 86、個人 124 であった。団体宛てに送付した場合においても、個人の観察記録や資料・文献をもとに個人から回答をもとめた。

アンケート調査票の送付は、1997年12月までにすべて終了し、1998年2月28日までに回答をもとめた。

(3) 集計方法

得られたアンケート票をひとまず都道府県別に集計し、設問に応じて日本全国、あるいは地方に集計しなおした。

選択式の設問の集計に関しては、「不明」と回答したもの、および「無回答」を全回答数から引いた値を総計とし、ある設問に対する個々の回答は、得られた実数ではなく、総計に対する割合として表現した。繁殖地の生息環境に関する全ての設問に

対しては、厳密な繁殖地の特定が求められるため、繁殖のレベルが1)と2)以外を集計から除外した。

(4) 分析方法

生息確認地域数の増減、繁殖地の環境、繁殖段階、営巣木の特徴、開発による生息への影響の分析については、カイ2乗検定を行なった。項目ごとに割合の比較が必要な場合には、Harberman法による調整済み残差分析(Harberman, 1973)を行なった。調整済み残差は、平均0、標準偏差1の正規分布に近似的にしたがうため、5%の標準正規偏差値である1.96より大きいか、または-1.96より小さければ有意性があるとした。検定はすべて両側検定、有意水準を5%とした。解析には、SPSS10.0J(エス・ピー・エス・エス社製)を用いた。

(5) 各論

1) 都道府県別に見た繁殖期の分布状況

1995年から1997年の期間内にサシバの生息、または繁殖が確認された市町村を記述してもらった。その上で、「繁殖確認」、「生息確認」、「回答無し」、「生息未確認」について、都道府県別に集計した。また、(旧)環境庁自然保護局生物多様性センターの自然環境保全基礎調査鳥類調査中間報告書(1999)をもとに、「繁殖確認」、「生息確認」について、同じく都道府県別に集計し、アンケート結果と合わせて地図化した。

2) 生息数の増減が確認された観察地域数の割合

被験者がサシバの観察をしている地域における生息数の増減についての質問を行なった。ここでは、観察地域において本種が生息していることのみを前提としており、生息数の増減確認の判断については被験者に委ねた。回答が寄せられた153の観察地域での結果、つまり「増加」、「減少」、「変化無し」が判断された地域数を地方ごとに集計し、地方ごとの「減少」と「変化無し」の割合について、全国割合とカイ2乗検定により比較した。分析の際、増加した地域が2地域と少数であったため、これを「変化無し」と合わせた。また、回答数の関係から、中国、四国、九州地方をまとめた。

3) 繁殖地の地形と標高

地形を「山地（山岳）」、「丘陵地（低山）」、「台地」、「低地」に区分し、観察地点におけるサシバの繁殖地の地形について質問した。有効回答を得た本種の繁殖地164地点の地形がどの地形区分に関係があるかを知るために、日本全土における地形別面積比（全国地形区分比）と比較した。全国地形区分比は、平成4年度国土数値情報作成調査（国土庁、1992）をもとに北海道・沖縄を除いて算出した。本種の繁殖地の地形区分比と全国地形区分比をカイ2乗検定によって分析した。

また、観察地点の標高について、記述式で質問した。有効回答を得た157地点について、標高50m階級で頻度分析した。

4) 繁殖地の土地利用とその組み合わせ

繁殖地に含まれる土地利用を選択（複数回答可）してもらい、同時に面積の大きい順に1から番号を記入してもらった。環境要素として、森林、伐採地、草地、水田、畑、集落、市街地、裸地、河川、湖沼、海岸、その他を設定した。選択肢のうち、森林と伐採地を合わせ「森林・伐採地」に、草地、畑を合わせ「畑・草地」に、集落と市街地を合わせ「集落・市街地」に、湖と沼とダム（その他のうちのダムを含む）を合わせ「湖沼・ダム」に、海岸、その他とし集計し、その割合を算出した。なお、上位5位未満は分析対象から除外した。

5) 繁殖地内の水田の形状と整備の状態

前述のサシバの繁殖地に含まれる土地利用の中で、水田が含まれると回答した被験者を対象に水田の形状および整備状況を質問した。水田の形状については、「大区画水田」、「谷津田」、「その他」とした。大区画水田を傾斜度が1/300未満で整備済みの圃場と定義し（農林水産省構造改善局、1992）、全水田面積に対する大区画水田面積の割合を大区画水田率とした。本種の繁殖地における大区画水田率と全国比との比較をカイ2乗検定で分析した。水田の整備状況については、圃場面の整備の有無（乾田と湿田）、用排水路の整備の有無（コンクリート護岸水路、素掘水路）に整理して集計した。本種の繁殖地選択と圃場整備の有無との関係を知るために、繁殖地に含まれる水田の圃場整備率（乾田化率）および水路の圃場整備率（コンクリート化率）と全水田の圃場整備率との比較をカイ2乗検定で分析した。全水田の圃場整備率は、第3次土地利用基盤整備基本調査（農林水産省構造改善局、1992）をもとに、北海道と沖縄を除くすべての都府県の圃場整備率から算出した。

5) 繁殖地内の水田の形状と整備の状態

前述のサシバの繁殖地に含まれる土地利用の中で、水田が含まれると回答した被験者を対象に水田の形状および整備状況を質問した。水田の形状については、「大区画水田」、「谷津田」、「その他」とした。大区画水田を傾斜度が 1/300 未満で整備済みの圃場と定義し（農林水産省構造改善局，1992），全水田面積に対する大区画水田面積の割合を大区画水田率とした。本種の繁殖地における大区画水田率と全国比との比較をカイ 2 乗検定で分析した。水田の整備状況については、圃場面の整備の有無（乾田と湿田）、用排水路の整備の有無（コンクリート護岸水路、素掘水路）に整理して集計した。本種の繁殖地選択と圃場整備の有無との関係を知るために、繁殖地に含まれる水田の圃場整備率（乾田化率）および水路の圃場整備率（コンクリート化率）と全水田の圃場整備率との比較をカイ 2 乗検定で分析した。全水田の圃場整備率は、第 3 次土地利用基盤整備基本調査（農林水産省構造改善局，1992）をもとに、北海道と沖縄を除くすべての都府県の圃場整備率から算出した。

6) 繁殖地内の谷津田の形状と林の生育状態

サシバの繁殖地に含まれる水田の形状が谷津田であると回答した被験者に対し、谷津田の奥行き（500m未満，500m以上1000m未満，1000m以上）、幅（100m未満，100m以上500m未満，500m以上）のそれぞれ3階級について質問した。有効回答数102地点の谷津田の奥行きと幅についてクロス集計し、セルごとの度数と調整済み残差を算出した。

また、本種の繁殖地に含まれる谷津田の耕作状況と谷津田周辺の林の状態について質問した。谷津田の耕作状況については、「100%水田耕作されている」と「わずかに休耕田・放棄田がある」を合わせた「全面水田耕作または一部休耕・放棄田がある（全面耕作/一部休耕放棄）」、「かなり休耕田・放棄田がある（かなりの休耕放棄）」、「ほとんど水田耕作されていない（水田耕作無し）」の3階級、谷津田周辺の林の状態については、「連続した森林に取り囲まれている」と「連続した斜面林に取り囲まれている」を合わせた「連続した森林または斜面林に取り囲まれている（連続した森林/斜面林）」、「やや分断された斜面林に取り囲まれている（やや分断された斜面林）」、「かなり分断された斜面林がある（かなり分断された斜面林）」、「ほとんど林がない（ほぼ林なし）」の4階級とした。有効回答数102地点の谷津田の耕作状況と谷津田周辺の林の状態についてクロス集計し、セルごとの度数と調整済み残差を算出した。

7) 繁殖段階とその時期

営巣を確認している被験者に対して、造巣期から巣立ち期までの繁殖段階の確認時期を質問した。確認時期は、3月上旬から9月下旬以降までを設定した。各繁殖段階につき複数時期の回答があった場合は、各時期を有効回答として処理した。また、各時期の有効回答数が1件のものは集計から除外し、繁殖段階における各時期に占める有効回答数の割合を算出した。

また、同じく、営巣を確認している被験者に対して、巣立ち雛数を質問し、平均巣立ち雛数を算出した。

8) 営巣木の樹種と状態

営巣を確認している被験者に対して、営巣木やその状態について質問した。樹種または木の種類として、アカマツ、スギ、ヒノキ、その他の針葉樹、落葉広葉樹、常緑広葉樹、その他とし、アカマツ、スギ、ヒノキ以外の場合は、樹種を記してもらった。樹種または木の種類ごとに営巣木の割合を算出した。

また、営巣木の状態について、健全（樹木活力度が高い）、不健全（樹木活力度が低い）、枯死の3階級で質問し、その割合を算出した。また、その割合をカイ2乗検定した。なお、不健全とは、樹冠の葉の一部が枯れていることを意味する。

9) 営巣木の樹高・巣高・胸高直径および架巣タイプ

営巣を確認している被験者に対して、営巣木の樹高・巣高・胸高直径および架巣タイプについて質問した。営巣木の樹高・巣高・樹高に対する巣高の割合・胸高直径について平均、標準偏差、範囲を算出した。

また、架巣タイプについては、又型（幹の又上の部分）、樹幹型（幹から横枝が張りだした部分）、枝先型（幹から1m以上離れた枝先）の3階級について質問し、それぞれの割合を算出した。そして、その割合をカイ2乗検定した。

10) 繁殖地の土地所有および保護区の指定状況

営巣を確認している被験者に対して、繁殖地の土地所有および保護区の指定状況について質問した。土地所有については、「民有地」と「公有地」、保護区の指定については、「未指定」、「鳥獣保護区」、「鳥獣保護区特別地区」、「猟銃禁止区域」の別を問い、「未指定」と「保護区」として集計した。「民有地」と「公有

地」，「未指定」と「保護区」のそれぞれの割合についてカイ2乗検定を行なった。

11) 繁殖における開発の影響

営巣を確認している被験者に対して，繁殖における開発の影響について記述式の質問をした．開発の影響の有無を都府県で集計した．また，開発の影響の事例を項目ごとに整理した．

12) 繁殖失敗の有無とその理由

営巣を確認している被験者に対して，繁殖失敗の有無とその理由について記述式の質問をした．繁殖失敗の有無を都府県で集計した．また，繁殖失敗の理由について整理した．

13) 種間関係と思われる行動

サシバの行動を観察している被験者に対して，種間関係と思われる行動について記述式で質問した．種間関係と判断できるものを整理した．

14) サシバが採食した動物と採食地点の土地利用

サシバの採食行動を観察している被験者に対して，採食した動物の種名と採食地点を一部記述式で質問した．採食した動物について哺乳類，鳥類，両生類，爬虫類，昆虫類，その他の動物として有効回答数と種名または種類をまとめ，種類ごとの割合を算出した．また，本種の採食地点を水田，畦，農道，車道，土手，水路，河原，斜面林，その他として質問し，土地利用ごとに割合を算出した．水田，畦，土手，農道，水路を「水田環境」，車道，河原，その他を合わせて「その他」，そして「斜面林」として，その割合についてカイ2乗検定で比較した．

15) サシバの生息数の増減に影響のある要因

サシバの生息確認地域数の増減に影響をおよぼしている要因を探るため，本種の生息確認地域数の増減と関連のあると考えられる，本種の繁殖地における土地所有の状況，保護区の指定状況，開発の影響の有無について等質性分析 (Gifi, 1990) を行なった．本種の生息確認地域数の増減は本節2)，土地所有の状況，保護区の指定状況は10)，そして開発の影響の有無は11) にもとづく．

等質性分析は，個体空間上でのベクトルとベクトルとの距離に基づく損失関数で

定義された等質性を基準とした手法で、データ空間の次元縮小によりデータ構造の視覚化ができる分析法である。

また、等質性分析によって本種の生息確認地域数の増減と関連性が示唆された開発の影響の有無との関係についてクロス集計し、カイ2乗検定を行なった。

2-3 結果

(1) アンケート調査票の回収状況

40 都道府県の 134 人から返答があった。134 件の生息概況調査票と 241 件の繁殖状況調査票が得られた。秋田県、京都府、鳥取県、岡山県、高知県、大分県、宮崎県からは回答が得られなかった。

(2) 都道府県別に見た繁殖期の分布状況

1995年から1997年の期間内にサシバの生息が確認されたのは、38都府県594市町村(212地点)、繁殖が確認されたのは、31都府県166市町村(156地点)であった。ア

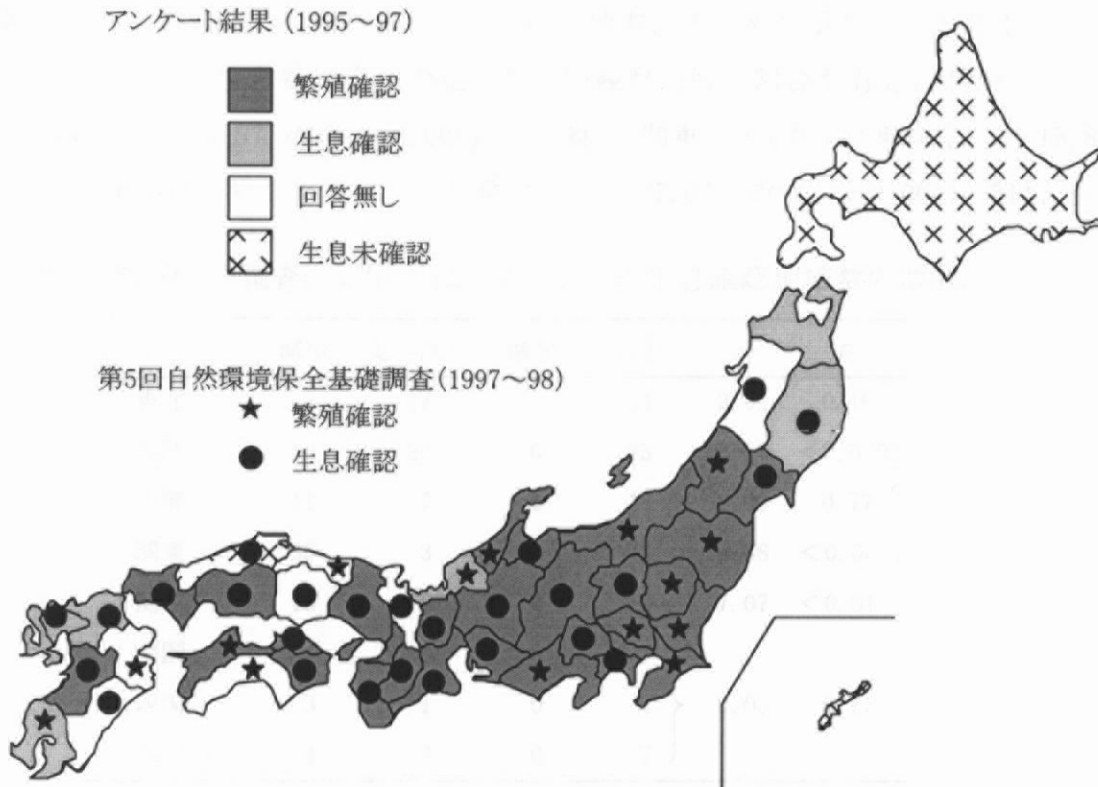


図2-2 アンケート調査および第5回自然環境保全基礎調査中間報告(環境庁, 1999)による都道府県別に見たサシバの生息状況。アンケート調査において、都道府県の中で1市町村でも繁殖または生息が確認された場合には、繁殖または生息として図中に示した。

ンケートで得られた都府県別の生息確認状況と、（旧）環境庁自然保護局生物多様性センターの自然環境保全基礎調査鳥類調査中間報告書（1999）からまとめた生息分布状況を合わせ図2-2に示した。都道府県の中で、一市町村でも繁殖または生息の確認がある場合には、繁殖または生息記録として図中に示した。アンケート結果で、新たに生息が確認された都道府県は、青森県と長崎県であった。また、新たに繁殖が確認された都道府県は、宮城県、富山県、石川県、山梨県、東京都、神奈川県、埼玉県、長野県、岐阜県、静岡県、三重県、和歌山県、奈良県、滋賀県、大阪府、兵庫県、広島県、山口県、香川県、徳島県、熊本県であった。

北海道、沖縄県では生息が確認されなかった。調査期間外では、1985年に一青森県で一番（つがい）の繁殖が確認された（日本野鳥の会弘前支部、1986）。

(3) 生息数の増減が確認された観察地域数の割合

被験者がサシバの観察をしている地域で、サシバの生息数の増減について確認された153の観察地域から有効回答を得た。本種の生息地の57.5%（88地点）の観察地域で減少、41.2%（63地点）の観察地域で変化無し、1.3%（2地点）の観察地域で増加した。地域による違いをみるために、地方にまとめて示した（表2-1）。

北陸地方では、生息数に変化の見られない観察地域の割合が有意に高かった（カイ2乗検定、 $\chi^2=18.57$, $df=1$, $p<0.0001$ ）のに対し、関東地方（カイ2乗検定、 $\chi^2=15.88$, $df=1$, $p<0.0001$ ）、関西地方（カイ2乗検定、 $\chi^2=7.07$, $df=1$, $p<0.001$ ）では、生息

表2-1 アンケート調査による地方ごとのサシバの生息確認地域数の増減。

地方	減少	変化無し	増加	合計	χ^2	p
東北	15	17	2	34	2.02	0.16
北陸	6	29	0	35	18.57	<0.0001
中部	11	7	0	18	0.09	0.77
関東	35	3	0	38	15.88	<0.0001
関西	10	0	0	10	7.07	<0.01
中国	4	3	0	7	0.09	0.77
四国	3	1	0	4		
九州	4	3	0	7		
全国	88	63	2	153	1.74	0.19

増加を変化無しと合わせて、全国割合とカイ2乗検定により比較した。中国、四国、九州地方は一つにまとめた。

数が減少した観察地域の割合が有意に高く、地方により生息数の減少傾向に違いが認められた。また、その他の地方については、生息数の減少と変化無しの割合には有意な違いは認められなかった。

(4) 繁殖地の地形と標高

本種が利用する地形区分比は、全国地形区分比との比較において有意な違いが認められ（カイ 2 乗検定, $\chi^2=100.93$, $df=3$, $p<0.0001$ ）、地形による繁殖地の選好性に違いがあることが示された。本種は丘陵地地形を繁殖地として最も良く利用し、統計的にも繁殖地として選好していることが示された（表 2-2, 調整済み残差=9.7）。山地は丘陵地に次いで繁殖地として利用されたが、丘陵地の約 15%に過ぎず、統計的にも山地を利用しない傾向が示された（調整済み残差=-9.0）

表2-2 アンケート調査によるサシバの繁殖地と全国の地形区分比との比較.

	山地	丘陵地	台地	低地	N
繁殖地形区分比 ¹⁾ (%)	11.6	76.2	2.	9.8	100 (164)
調整済み残差	-9.0	9.7	-1.1	-0.2	
全国地形区分比 ²⁾ (%)	76.9	7.7	.	10.5	100

1) アンケートデータによる。2) 平成4年度国土数値情報作成調査（国土庁，1992）による。沖縄県，北海道を除く。

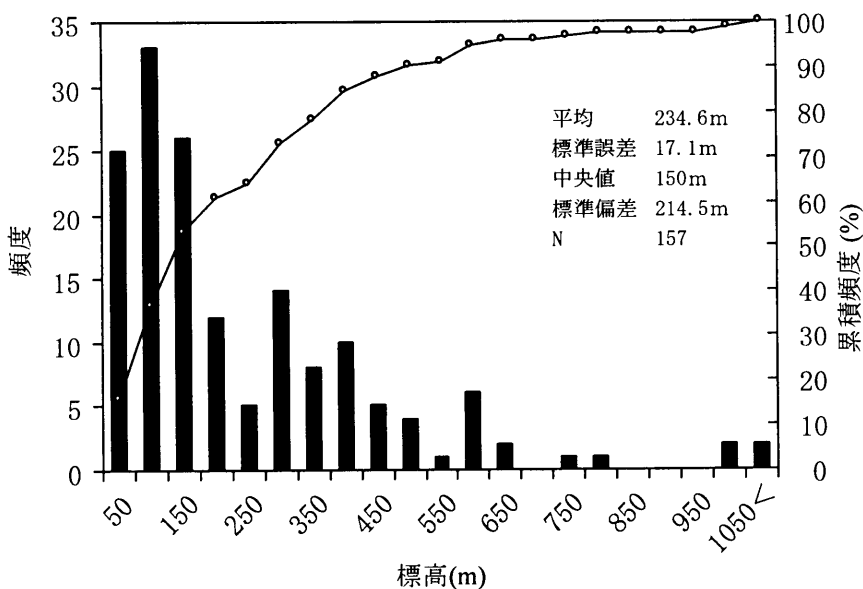


図2-3 アンケート調査によるサシバの繁殖地の階級別標高。標高クラスは50m間隔で示す。

観察地点におけるサシバの繁殖地の平均標高は $234.6 \pm 214.5\text{m}$ (±標準偏差), 中央値は 150m で, 標高 500m 未満の繁殖地が全体の 90.4% を占めた (図 2-3). 1000m 以上の繁殖地は, 長野県軽井沢市の 2 カ所と福島県会津高田町の 1 カ所であった.

(5) 繁殖地の土地利用とその組み合わせ

繁殖地に含まれる土地利用について, 160 地点の有効回答を得た. 面積の大きさが上位 5 位までの繁殖地に含まれる土地利用のうち, 海岸は含まれなかった. 各面積順位に占める土地利用割合を図 2-4 に示した. 土地利用割合が高かった「森林・伐採地」, 「水田」, 「畑・草地」についてその割合をみると, 「森林・伐採地」は 95.0% (152 地点), 「水田」は 68.8% (110 地点), 「畑・草地」は 61.9% (99 地点) であった. また, 「水田」, または「畑・草地」のうち「森林・伐採地」が同時に含まれた観察地点はそれぞれ 93.6% (103 地点), 97.0% (96 地点) で, 「森林・伐採地」と「水田」, または「畑・草地」との結びつきが強いことが示された. なお, 繁殖地に森林が含まれなかった地点は, 三重県河芸町 (水田), 関町 (水田), 広島県竹原町 (水田, 集落, 畑・草地), 福島県会津若松市 (水田, 畑, 集落, 湖; 水田, 集落) の 5 地点であった.

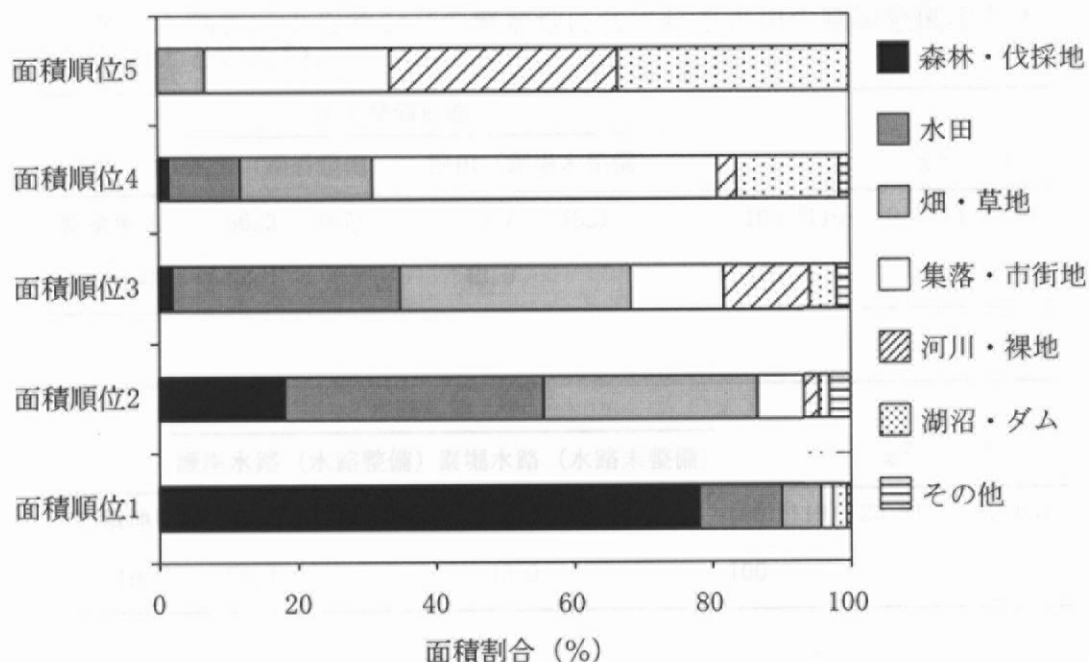


図2-4 アンケート調査によるサシバの繁殖地における観察地点から半径500m以内に含まれる土地利用の上位5位までに含まれる土地利用面積割合. 各面積順位あたりの土地利用面積割合を示す.

(6) 繁殖地内の水田の形状と整備の状態

本種の繁殖地に水田が含まれた 115 地点の水田の 85.2% (98 地点) が谷津田であり, 繁殖地に含まれる水田における大区画水田の割合は全国比と比較して有意に低かった (表 2-3, カイ 2 乗検定, $\chi^2=42.81$, $df=1$, $p<0.0001$).

本種の繁殖地に含まれた 119 地点の水田の圃場整備率 (乾田化率) は, 全国比と有意な違いは認められなかった (カイ 2 乗検定, $\chi^2=0.0014$, $df=1$, $p=0.97$). 一方, 本種の繁殖地に含まれる水田の水路整備率 (コンクリート化率) は, 全水田の平均

表2-3 アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる水田の大区画水田率.

	水田形状			χ^2	p
	大区画水田	谷津田	混在		
繁殖地 ¹⁾	12.2 (14)	85.2 (52)	2.6 (3)	42.81	<0.0001
全国比 ²⁾	56.1	43.9 ³⁾	100		

1) アンケート調査にもとづく. 2) 第3次土地利用基盤整備基本調査 (農林水産省構造改善局, 1992) にもとづく. 北海道と沖縄県を除く. 3) 大区画水田以外の全水田割合を示す. () は有効回答件数を示す.

表2-4 アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる水田の圃場整備率と水路の整備率と全国比との比較.

	圃場整備形態				χ^2	p
	乾田 (圃場整備)		湿田 (圃場未整備)			
繁殖地 ¹⁾	56.3	(67)	43.7	(52)	0.0014	0.97
全国比 ²⁾	56.1		43.9			

	水路形態				χ^2	p
	護岸水路 (水路整備)		素堀水路 (水路未整備)			
繁殖地 ¹⁾	21.0	(25)	79.0	(94)	25.91	<0.0001
全国比 ²⁾	56.1		43.9			

1) アンケート調査にもとづく. 2) 第3次土地利用基盤整備基本調査 (農林水産省構造改善局, 1992) にもとづく. 北海道と沖縄県を除く. () は有効回答件数を示す.

と比較し、有意に低かった（表 2-4、カイ 2 乗検定、 $\chi^2=25.91$ 、 $df=1$ 、 $p<0.0001$ ）。

以上のことから、本種の繁殖地として利用される水田は、水路の整備が行なわれていない、素堀水路である割合が高いことが明らかとなった。

(7) 繁殖地内の谷津田の形状と耕作状況および谷津田周辺の林の状態

表2-5 アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる谷津田の奥行きと幅のクロス表。

階級 き	1 m未	1 m 上	5 m未	5 m 上
	度数 (%) A. R ¹⁾	度数 (%) A. R ¹⁾	度数 (%) A. R ¹⁾	度数 (%) A. R ¹⁾
5 m未	43(42.2) 3.2	18(17.7) -3.1	1(1.0) -0.3	62(60.8)
5 m 上	12(11.8) -2.4	18(17.7) 2.3	1(1.0) 0.6	31(30.4)
1 m 上	3(2.9) -1.5	6(5.9) 1.6	0(0.0) -0.4	9(8.8)
	58(56.9)	42(41.2)	2(2.0)	102(100)

1) A. R. は調整済み残差を示す。

表2-6 アンケート調査によるサシバの繁殖地に含まれる谷津田の耕作状況と林の状態のクロス集計。

階級	連続した 森林/斜面林	やや分断さ れた斜面林	かなり分断さ れた斜面林	ほぼ林なし
	度数 (%) A. R ¹⁾	度数 (%) A. R ¹⁾	度数 (%) A. R ¹⁾	度数 (%) A. R ¹⁾
/一	52(51.0) -1.1	13(12.7) 0.5	4(3.9) 1.4	0(0.0) -
り	24(23.5) 0.7	5(4.9) -0.1	0(0.0) -1.3	0(0.0) -
し	4(3.9) 1.1	0(0.0) 0.9	0(0.0) -0.4	0(0.0) -
	80(78.4)	18(17.6)	4(3.9)	0(0.0)
				102(100)

1) A. R. は調整済み残差を示す。

本種の繁殖地に含まれた谷津田の奥行きと幅についてのクロス表を表 2-5 に示した。有効回答数 102 地点のうち、奥行きは 500m 未満が全体の 60.8% (62 地点)、幅は 100m 未満が全体の 56.9% (58 地点) と最も多く占めた。一方、幅が 500m 以上の谷津田は、全体のわずか 2% (2 地点) であった。谷津田の形状としては、奥行き 500m 未満、幅 100m 未満の小規模な谷津田が最も多く、かつ選好性が高いことが示された (調整済み残差=3.2)。

また、本種の繁殖地に含まれた谷津田の耕作状況と林の状態についてのクロス表を表 2-6 に示した。有効回答数 102 地点のうち、耕作状況は、全面耕作/一部休耕放棄が 67.6% (69 地点)、林の状態は、連続した森林/斜面林が 78.4% (80 地点) と最も多く占めた。一方、水田耕作されていない谷津田は全体のわずか 3.9% (4 地点) で、谷津田の周辺に林がない繁殖地点はなかった。谷津田の耕作状況と谷津田周辺の林の状態としては、全面水田耕作されているか一部に休耕地、放棄田がある谷津田で、その周囲を連続した森林、または斜面林で取り囲まれている環境が最も多く占められた。

(8) 繁殖段階の時期と巣立ち雛数

造巣期から巣立ち期までの繁殖段階の確認時期を表 2-7 にまとめた。造巣期から巣立ち期まで 4 ヶ月間を必要とした。造巣期は 4 月中旬、産卵期は 5 月上旬、孵化期は 6 月上旬、巣立ち期は 7 月上旬にピークを持ち、育雛期は、5 月中旬から 7 月中旬の範囲で確認された。

巣立ち雛数については、62 地点の有効回答が得られた。最少 0 羽から 4 羽の範囲

表2-7 アンケート調査によるサシバの繁殖段階における各時期に占める有効回答数の割合(%)。

繁殖段階	4月			5月			6月			7月			N
	上旬	中旬	下旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
造巣期	14.5	29.1	27.3	12.7	16.4								55
産卵期			29.4	47.1	14.7	8.8							34
孵化期					12.5	25.0	43.8	12.5	6.3				32
育雛期					1.8	9.6	28.1	26.3	17.5	12.3	4.4		114
巣立ち期								4.6	15.4	46.2	27.7	6.2	65

1-10日を上旬、11-20日を中旬、21日以降を下旬とした。Nは有効回答数を示す。

で、0羽4地点、1羽12地点、2羽24地点、3羽20地点、そして4羽2地点であった。1地点あたりの平均巣立ち雛数は、 2.1 ± 0.1 羽（±標準偏差）であった。

(9) 営巣木の樹種と状態

営巣木の種類について、101地点の回答が得られた。営巣木としてアカマツ62.4%（63地点）、スギ27.7%（28地点）、落葉広葉樹4.0%（4地点）、その他の針葉樹2.3%（3地点）、常緑広葉樹2.0%（2地点）があり、針葉樹が全体の93.1%を占めた。その他の針葉樹には、カラマツ *Larix leptolepis*（長野県）、モミ（宮城県、千葉県）、ゴヨウマツ *Pinus pentaphylla*（福島県）、落葉広葉樹には、クヌギ *Quercus acutissima*（埼玉県）、コナラ *Quercus serrata*（山口県）、ブナ *Fagus crenata*（福島県）、サクラ属 *Prunus* の1種（神奈川県）、常緑広葉樹には、シロダモ *Neolitsea sericea*（神奈川県）、スタジイ *Castanopsis cuspidata*（長崎県）があった。

営巣木の状態について92地点の有効回答を得た。営巣木の84.8%（78地点）が健全、8.7%（8地点）が不健全、6.5%（6地点）が枯死であり、健全の割合が有意に高かった（カイ2乗検定、 $\chi^2=109.65$, $df=2$, $p<0.0001$ ）。

(10) 営巣木の樹高・巣高・胸高直径および架巣タイプ

営巣木の樹高・巣高・樹高に対する巣高の割合・胸高直径について表2-8に示した。営巣木の樹高については85地点の有効回答を得た。5.0~30.0mの樹木が利用され、平均樹高は、 14.8 ± 5.7 m（±標準偏差）であった。

巣高については58地点の有効回答を得た。樹高2.5~16.0mの範囲に営巣され、平均巣高は 10.0 ± 3.2 m（±標準偏差）であった。また、営巣木の高さに対する巣高の

表2-8 アンケート調査によるサシバの営巣木の生長量.

	(m)	(m)	(%) ¹⁾	(cm)
平均	14.8	10.0	64.3	37.3
標準偏差	5.7	3.2	15.6	20.2
範囲	5.0-30.0	2.5-16.0	16.7-90.0	15.0-165.0
N	85	58	57	85

1) 樹高に対する巣のある高さ

割合が 16.7~90.0%の範囲に営巣され、その平均は、 $64.3 \pm 15.6\%$ （±標準偏差）であった。最低巢高（2.5m）および巢高割合（16.7%）であった樹種はスギであった。

胸高直径については 85 地点の有効回答を得た。胸高直径 15.0~165.0cm の樹木が利用された。平均胸高直径は、 $37.3 \pm 20.2\text{cm}$ （±標準偏差）であった。最小胸高直径（15cm）はアカマツ（2例）、最大胸高直径（165cm）はスギであった。

架巢タイプについて 92 地点の有効回答を得た。樹幹型が 67.4%（62 地点）で最も多く、又型 28.3%（26 地点）、枝先型 4.3%（4 地点）で、架巢タイプの割合に有意な違いが認められた（カイ 2 乗検定、 $\chi^2=55.91$, $df=2$, $p<0.0001$ ）。

(11) 繁殖地の土地所有および保護区の指定状況

営巣を確認している被験者に対して、繁殖地の土地所有および保護区の指定状況について質問した。繁殖地の土地所有について、96 地点の有効回答を得た。本種の繁殖地の 89.6%（86 地点）が民有地、10.4%（10 地点）が公有地で、有意に民有地の割合が高かった（表 2-9、カイ 2 乗検定、 $\chi^2=60.17$, $df=1$, $p<0.0001$ ）。

繁殖地における保護区の指定状況について、108 地点の有効回答を得た。74.1%（80 地点）の繁殖地が保護区に指定されていなかった。保護区に指定されていた繁殖地は 25.9%（28 地点）で、その内訳は鳥獣保護区 13.9%（15 地点）、銃猟禁止区 11.1%（12 地点）、特別保護地区 0.9%（1 地点）であった。保護区指定と未指定では、未

表2-9 アンケート調査によるサシバの繁殖地の土地所有と保護区の指定状況.

	有効回答数	(%)	χ^2	p
土地所有状況				
民有地	86	89.6	60.17	<0.0001
公有地	10	10.4		
保護区の指定状況				
未指定	80	74.1	25.04	<0.0001
指定	28	25.9		
（鳥獣保護区	15	13.9		
特別保護地区	1	0.9		
銃猟禁止区域	12	11.1		

指定の割合が有意に高かった(表 2-9, カイ 2 乗検定, $\chi^2=25.04$, $df=1$, $p<0.0001$).

以上のことから, 本種の繁殖地は, 私有地で保護区の指定がされていない土地の割合が有意に高いことが示された.

(12) 繁殖における開発の影響

繁殖における開発の影響について, 108 地点, 30 都府県の有効回答を得た. 20 都府県で「影響無し (59.3%, 64 地点)」, また 20 都府県で「影響有り (41.7%, 44 地点)」であった(表 2-10). 繁殖における開発の影響の内容としては, 宅地開発 23% (10 地点), 道路・鉄道工事 23% (10 地点), ダム等の工事 21% (9 地点), ゴルフ場開発 14% (6 地点), 森林伐採・圃場整備 7% (3 地点), 廃棄物処分場建設 5% (2 地点) があげられ, すべて繁殖地の破壊, または消滅に関するものであった.

(13) 繁殖失敗の有無とその理由

営巣を確認している被験者から, 繁殖失敗の有無とその理由について, 56 地点の有効回答を得た. そのうち 12 県(宮城県, 新潟県, 長野県, 群馬県, 茨城県, 神奈川県, 埼玉県, 三重県, 奈良県, 広島県, 徳島県, 山口県), 18 地点で繁殖の失敗が確認された. 繁殖失敗の直接的な原因がわかっているものとして, カラス類, オオタカ *Accipiter gentilis* による卵・雛の被食と営巣木を含む森林の伐採があげられた. また, 繁殖に影響を及ぼしていると考えられる間接的な原因としては, マツ枯れによる営巣木であるアカマツの枯死, 圃場整備に伴う水田の乾田化による食物動物の減少, 農村環境整備による生息地の減少と質の悪化, 休耕・放棄田の増加による採食場所の減少, ミカン畑の農薬による食物動物の減少があげられた.

(14) 種間関係と思われる行動

種間関係の有無とその内容について, 記述式で質問した. テリトリー内での攻防が見られた種としては, オオタカ, ハチクマ *Pernis ptilorhynchus*, クマタカ *Spizaetus nipalensis*, イヌワシ *Aquila chrysaetos*, ハヤブサ *Falco peregrinus*, ハシボソガラス *Corvus corone*, ハシブトガラス *C. macrorhynchos* があげられた. また, ハシボソガラス, ハシブトガラスによる卵の被食(茨城県), オオタカによる雛(埼玉県), 幼鳥の被食(茨城県), さらにオオタカによる巣の略奪(宮城県)などの敵対関係が報告された. 一方, 例年オオタカが営巣に使用していた古巣を翌年サシバが利用する(大阪府, 三重県)という営巣場所をめぐる競争関係を示す例や,

例年サシバが利用していた巣を翌年ノスリ *Buteo buteo* (新潟県), トビ *Milvus migrans* (新潟県) が利用した例が報告された.

表2-10 アンケート調査によるサシバの繁殖地における繁殖に対する開発の影響.

地方	都府県	開発の影響		
		無	有	総計
東北		18	4	22
	宮城県	2	2	4
	福島県	14	2	16
	山形県	2		2
北陸		15	5	20
	新潟県	14	5	19
	福井県	1		1
関東		12	18	30
	東京都		1	1
	神奈川県		4	4
	千葉県	1		1
	栃木県	1	2	3
	茨城県	1	6	7
	群馬県		1	1
	埼玉県		4	4
	山梨県	9		9
中部		9	7	16
	長野県	3		3
	愛知県		1	1
	岐阜県		1	1
	静岡県	5	4	9
	三重県	1	1	2
近畿		2	5	7
	滋賀県		2	2
	大阪府	1	2	3
	奈良県		1	1
	兵庫県	1		1
中国		3	2	5
	広島県	1	1	2
	山口県	1	1	2
	島根県	1		1
四国		5		5
	愛媛県	2		2
	香川県	1		1
	徳島県	2		2
九州			3	3
	熊本県		2	2
	長崎県		1	1
		64	44	108

有効回答数を示す.

(15) サシバが採食した動物と採食地点の土地利用

サシバの採食行動を観察している被験者に対して、採食した動物の種名と採食地点を一部記述式で質問した。採食した動物について 188 件の有効回答を得た。本種が採食した動物として種レベルで記載があった全動物種は 47 種で、種不明をあわせると 57 種であった (表 2-11)。その内訳は、哺乳類 5 (3) 種、鳥類 9 種、両生類 8 種、爬虫類 8 種、昆虫類 14 (5) 種、その他の動物 3 (1) 種であった (() 内の数字は、種不明の科または目の数を示す)。哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、昆虫類とその他の動物において採食した動物の報告件数の多かった順に、爬虫類 30.9% (58 件)、両生類 27.7% (52 件)、昆虫類・その他の動物 22.9% (43 件)、鳥類 9.6% (18 件)、

表2-11 アンケート調査によるサシバの採食動物とその報告件数.

和名	学名	件数	和名	学名	件数
哺乳類	Mammals				
アカネズミ	<i>Apodemus speciosus</i>	3	ダルマガエル	<i>R. porosa</i>	1
ハタネズミ	<i>Microtus montebelli</i>	1	ウシガエル	<i>R. catesbeiana</i>	1
ドブネズミ	<i>Rattus norvegicus</i>	1	ツチガエル	<i>R. rugosa</i>	1
ネズミ類	Rodentia	1	ニホンアマガエル	<i>Hyla japonica</i>	2
ヒミズ	<i>Urotrichus talpoides</i>	3	アズマヒキガエル	<i>Bufo japonicus formosus</i>	1
モグラ類	Insectivora	2	不明	Unknown	26
コウモリ類	Chiroptera	1	昆虫類	Insects	
ニホンノウサギ幼獣	<i>Lepus brachyurus</i>	1	カブトムシ	<i>Allomyrina dichotoma dichotoma</i>	1
不明	Unknown	4	クワガタ類	Lucanidae	2
鳥類	Birds		コガネムシ類	Scarabaeidae	1
シジュウカラ	<i>Parus major</i>	2	オオカマキリ	<i>Tenodera aridifolia</i>	1
スズメ	<i>Passer montanus</i>	4	カマキリ類	Mantidae	2
ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	1	トノサマバッタ	<i>Locusta migratoria migratoria</i>	3
ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	1	ヤブキリ	<i>Tettigonia orientalis orientalis</i>	1
ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	1	クダマキモドキ	<i>Holochlora longifissa</i>	1
ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>	2	コバネイナゴ	<i>Oxya japonica</i>	1
アオジ	<i>E. spodocephala</i>	1	ショウリョウバッタ	<i>Acrida turrita</i>	1
ゴイサギ	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	アブラゼミ	<i>Graptopsaltria nigrofuscata</i>	3
ハシブトガラス雛	<i>Corvus macrorhynchos</i>	1	ミンミンゼミ	<i>Oncotympana maculaticollis</i>	1
不明	Unknown	5	シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	1
爬虫類	Reptiles		オニヤンマ	<i>Anotogaster sieboldii</i>	1
アオダイショウ	<i>Elaphe climacophora</i>	7	トンボ類	Anisoptera	1
シマヘビ	<i>E. quadrivirgata</i>	8	ヤママユ	<i>Antheraea yamamai yamamai</i>	1
ジムグリ	<i>E. conspicillata</i>	1	ゴマダラチョウ	<i>Hestina japonica</i>	1
ヤマカガシ	<i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	4	アオスジアゲハ	<i>Graphium sarpedon</i>	1
ヒバカリ	<i>Amphiesma vibakari vibakari</i>	1	鱗翅目幼虫	Lepidoptera larvae	5
ニホンマムシ	<i>Agkistrodon blomhoffii blomhoffii</i>	1	不明	Unknown	9
ニホンカナヘビ	<i>Takydromus tachydromoides</i>	8	その他の動物	Other	
ニホントカゲ	<i>Eumeces latiscutatus</i>	6	アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarki</i>	1
不明	Unknown	22	サワガニ	<i>Geothelphusa dehaani</i>	1
両生類	Amphibians		オオムカデ	<i>Scolopendra subspinipes</i>	2
シュレーゲルアオガエル	<i>Rhacophorus shlegelli</i>	1	フトミミズ類	Megascolecina	1
ニホンアカガエル	<i>Rana japonica</i>	9	不明	Unknown	0
トノサマガエル	<i>R. nigromaculata</i>	10			

哺乳類 9.0% (17 件) であった。

本種の採食地点の環境について得られた 144 地点の有効回答のうち、採食地点の報告地点数の多かった順に、水田 27.1% (39 地点)、畦 20.8% (30 地点)、土手 11.8% (17 地点)、農道 10.4% (15 地点)、斜面林 10.4% (15 地点)、水路 4.9% (7 地点)、河原 4.2% (6 地点)、車道 2.8% (4 地点) であった (表 2-12)。その他としては、畑、伐採地、ため池の水際、造成地が含まれた。水田、畦、土手、農道、水路を「水田環境」、車道、河原、その他を合わせて「その他」、そして「斜面林」として、その割合を比較した結果、水田環境の割合が有意に高かった (カイ 2 乗検定, $\chi^2=112.88$, $df=2$, $p<0.0001$)。

表2-12 アンケート調査によるサシバの採食地点の環境.

採食環境	有効回答数	(%)
水田環境	108	75.0
水田	39	27.1
畦	30	20.8
土手	17	11.8
農道	15	10.4
水路	7	4.9
斜面林	15	10.4
その他	21	14.6
河原	6	4.2
車道	4	2.8
その他 ¹⁾	11	7.6
	144	100

1) 畑、伐採地、ため池の水際、造成地を含む。

(16) サシバの生息確認地域数の増減に影響のある要因

本種の生息確認地域数の増減、繁殖地における土地所有の状況、保護区の指定状況、開発の影響の有無について等質性分析により得られた固有値を表 2-13 に示し、回答傾向の近い項目を 2 次元上のグラフにプロットした結果を図 2-5 に示した。次元 1 (x 軸) を「サシバの繁殖地の保全状況」の軸、次元 2 (y 軸) を「サシバの繁殖・生息への影響」の軸と名づけた。図 2-6 によると、本種の生息確認地域数の増減と関連のあるカテゴリーは、開発の影響の有無であった。本種の生息確認地域数の減少と開発の影響有り、および本種の生息確認地域数が変化無しと開発の影響無

しとがそれぞれ関連性が強かった。実際に本種の生息確認地域数の増減に対する開発の影響の有無の割合には有意な違いが認められた（表 2-14, カイ 2 乗検定, $\chi^2=10.77$, $df=1$, $p<0.001$ ）。すなわち, 本種の生息確認地域数が減少している地点は開発の影響が有意に見られ（調整済み残差=3.3）, 本種の生息確認地域数が変化無しの地点は開発の影響が有意に見られなかった（調整済み残差=3.3）。

表2-13 アンケート調査によるサシバの繁殖地の保全状況と生息への影響についての等質性分析による固有値と判別測定値.

次元	固有値		判別測定値		
	生息確認地域数の増減	土地所有状況	保護区指定状況	開発影響の有無	
1	0.36	0.27	0.52	0.19	0.46
2	0.28	0.31	0.13	0.52	0.18

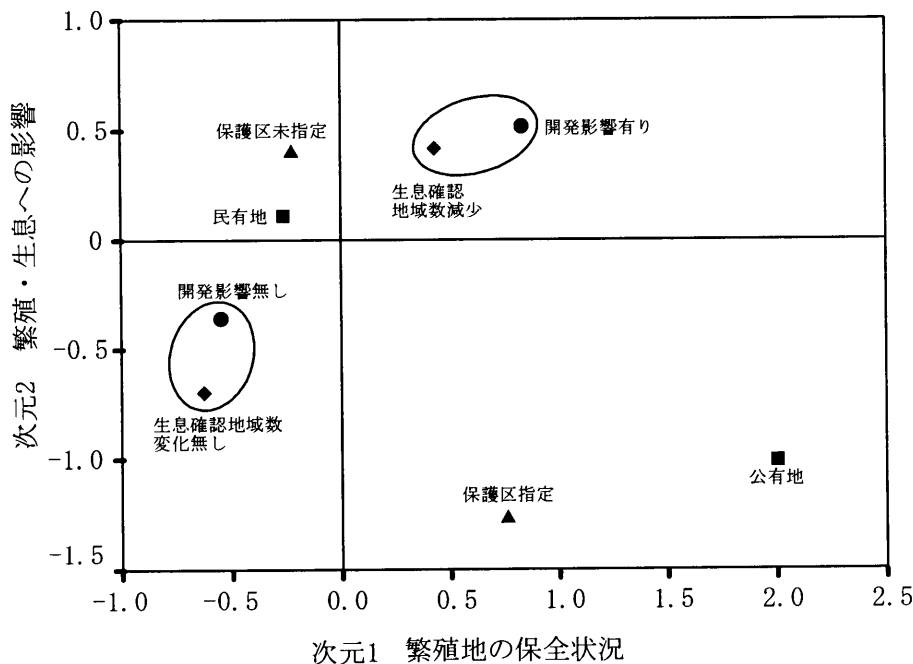


図2-5 アンケート調査によるサシバの繁殖地の保全状況と生息への影響との等質性分析結果.

表2-14 アンケート調査によるサシバの繁殖地における生息確認地域数の増減と繁殖に対する開発の影響との関係.

生息確認地域数の増減	開発の影響	
	影響なし 度数 (%) 調整済み残差	影響あり 度数 (%) 調整済み残差
減少	23 (45.1) -3.3	28 (54.9) 3.3
変化無し ¹⁾	33 (78.6) 3.3	9 (21.4) -3.3

1) 増加した2地域の有効回答を変化無しに含めた.

2-4 考察および小括

(1) 都府県別に見た繁殖期の生息状況および生息数とその減少の理由

本種は北海道，沖縄県をのぞいて全都府県で生息が確認され，35都府県で繁殖が確認された．繁殖が確認されなかった府県でも，秋田県（泉，私信），岩手県（関山，私信），京都府（山副，私信），佐賀・長崎（鴨川，私信）では，過去に繁殖したという記録がある．本論文では各地の探鳥会の記録を収集していないこと，里山のような身近な自然環境で繁殖することからも，おそらく今回生息が確認された全都府県以外においても繁殖しているものと考えられる．

沖縄県宮古島で調査された経年的な個体数変動は，1985年から減少傾向に転じている（第1節，図2-2）．この結果は，全国各地の探鳥会の記録で出現確率が0.5になった年を半減期とした場合に本種の半減期が1980年代であったことを見出した森下・樋口（1999b），Higuchi and Morishita（1999）の結果と一致する．

Higuchi and Morishita（1999）は，多くの夏鳥が1980年代から減少傾向を示した理由として，越冬地である東南アジア諸国の生息地の環境悪化を一因としてあげている．その根拠として，夏鳥の減少がみられた地域の多くで，留鳥の種数には変化がみられなかったことや繁殖地の環境変化が認められない地域における夏鳥の減少の実態（樋口ら，1999）を示した．熱帯や亜熱帯地域で越冬する鳥類の減少は，北アメリカやヨーロッパでも報告されており，その原因としては，越冬地の熱帯雨林の減少，繁殖地の環境破壊とそれに関連した捕食や托卵による被害の増大などがあげられている（Askins *et al.*, 1990; Terborgh, 1992; Askins, 1993）．生息数の

減少傾向が1980年代から始まっていることからみて、その一因が越冬地の環境悪化であることは考えられる。しかし、減少傾向が大きな種は森林性、特に林内性の鳥類である(Askins *et al.*, 2000)が、本種の場合、越冬地では必ずしもまとまった面積の森林を必要とせず(樋口ら, 2000)、森林性の鳥種とは言えない。ヒクイナのような湿地性の鳥種では、繁殖地の水田の埋め立てや宅地化による環境変化が減少の原因であると推測されている(樋口ら, 1999)。本アンケート調査の分析からは、本種の繁殖地に含まれる水田内の水路は、未整備の素堀水路の割合が高いことが示されたが、水田の圃場整備により素堀水路は近年急速に減少してきている。このように、本種の場合も水田環境の悪化や消滅等の環境悪化が減少の要因となっていると考えられる。また、本種の生息確認地域数の増減と繁殖に対する開発の影響の有無との関連性が強いことが等質性分析により示されたことから(図2-6)、本種の生息数の減少は、越冬地の環境悪化だけではなく、開発による繁殖地の環境悪化も一因であることが示唆された。

(2) 一般的生態と繁殖地の環境特性

本種の繁殖期間は、造巣期から巣立ち期まで4ヵ月間を必要とし、そのうち雛への食物が必要である育雛期は、5月中旬から7月中旬までの2ヵ月間であることがわかった。大阪府での1977年から1980年までの4年間の調査(Kojima, 1987)における、第一卵の平均産卵日と孵化日(N=53)、巣立ち雛数(N=59)は本アンケート調査の分析結果とほぼ一致することからも、アンケート結果で得られた本種の生態は、一般的特性と判断できる。

本種は営巣にはすべて樹木を利用すること、繁殖地点半径500m以内の土地利用に森林が含まれた地点は全体の95%にもなることから、繁殖地には森林の存在が欠かせないと言える。また、繁殖地の地形には丘陵地が有意に選好されること、標高が150m(中央値)と比較的低いこと、それから繁殖地点半径500m以内の森林には、水田または畑・草地の組み合わせの割合が90%以上であること、さらに、繁殖地に含まれた水田の約85%が谷津田であることから、本種は谷津田のある里地を繁殖地として利用することが判断できる。その谷津田は、幅100m未満、奥行き500m未満の小規模で、ほぼ全面水田耕作がされており、周囲を連続した森林や斜面林で囲まれている条件が最も利用割合が高いことが明らかとなった。

谷津田のある里地は水田面と斜面林または森林の組み合わせで構成されており、樹木で囲まれた谷地形の条件を持つ。本種は谷地形の豊富な島での生息数が多い(長

谷川ら, 1996) ことや, 確認されたすべての営巣木が斜面上の樹木を利用 (Kojima, 1999) していたことが報告されている。また, 水路整備されていないような未整備の谷津田は, 圃場整備された大区画水田よりもカエル類, ヘビ類の生息密度が高く (長谷川, 1995a), さらに谷津田は陸域と水域を狭い範囲の中に併せ持つため, 生活史の中で両方の環境を必要とする動物の生息を支えている。本種の採食動物として報告のあった数種のカエル類やトンボ類はこれらに該当する。これらのことが, 食物となる谷津田の小動物を多様にしていると考えられる。

以上のことが, 谷津田のある里地が繁殖地として最も良く利用される理由となっていると考えられる。

本種が採食した動物は, 谷津田のある里地に生息する小型哺乳類から昆虫類のまでさまざまな分類群を含み, 総計 57 種にもおよんだ。このことは, 本種の繁殖地は, 多種多様な動物の生息が暗示されるため, 本種は, 谷津田のある里地における「アンブレラ種」であり, また, 谷津田のある里地のような特定の生息地と結びつきの強い「生態的指標種」であると考えられた。

(3) 保護上の問題点と課題

繁殖地の 86.9%が民有地であり, 74.1%がいかなる保護区としても指定されていない状況から, 繁殖地は, 人間の生活圏と大きく重複するため, 高い開発圧をうけやすい環境であることが予想される。実際, 有効回答が得られた 30 都府県 108 地点のうち, 20 都府県 41.7%の地域が開発による繁殖への影響を受けていることが示された。繁殖に対する開発の影響としては, 宅地開発, 道路・鉄道工事, ダム等の工事等があげられ, 要因のすべてが, 繁殖地の破壊または消滅に関するものであった。

繁殖失敗の直接の原因としては, カラス類, オオタカによる卵・雛の被食と営巣木を含む森林の伐採があげられた。里地に造成されるゴミ処理場や養鶏場または養豚場などの施設はカラス類を誘引し, 必要以上にカラス類の個体数増加を招いている可能性がある。また, オオタカはサシバ同様に人の居住域に近いところで営巣する (小板ら 1996) ことから, 開発等による繁殖地の減少により, カラス類やオオタカによる干渉が進むことが考えられる。

繁殖失敗の間接的な原因としてマツ枯れによる営巣木であるアカマツの枯死, 圃場整備に伴う水田の乾田化による食物動物の減少, 農村環境整備による生息地の減少と質の悪化, 休耕・放棄田の増加による採食場所の減少があげられた。実際, 営巣木としてもっとも多く利用されている樹種がアカマツであることから, マツ枯れ

被害の全国的な拡大（岸，1988；Kishi，1995）が，今後の営巣活動にさらなる悪影響をもたらす可能性が考えられる．また，水田環境が湿田であることや水路が護岸されていないことは，そこでのカエル類，ヘビ類の生息に重要であることがわかっている（長谷川，1997；Fujioka and Lane，1998；東・武内，1999a）．今後，水田における圃場整備事業が進行し水路が護岸化されることで小動物が減少することは，それらを食物とする本種や上位種の生息にとっても，悪影響を及ぼすことが考えられる（長谷川，1995a）．圃場整備が実施される際には，小動物の生息を保障するための新たな整備理念と，それを支える工法が求められる．さらに，生産調整による稲作の減反は，耕作条件の悪い中山間の谷津田で顕著に見られる．耕作放棄された水田は水田雑草が生い茂り，本種の採食環境として不適なものとなる可能性が大きいと考えられる．そればかりでなく，本種の主要な食物動物であるカエル類では，水田の耕作放棄によって，放棄後に植生が発達し，産卵に適した開水面が狭められ，ついには消滅することや，畦の保守管理の放棄により，水路の水が水田全域に流れ込み，水田内の止水環境を消失させることで，産卵に不適な環境へと変化することが知られている（長谷川，1997）．採食環境に不適な耕作放棄地を増加させる減反政策は，本種の生息にとって悪影響を及ぼす一因と言えるだろう．しかし，2002年度，農林水産省は現在の減反制度を見直し，2008年度までに，減反を廃止することを決めた．今後，谷津田のような耕作条件の良くない水田の環境がどのように変化するのか注目に値する．